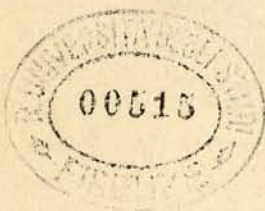
PUBBLICAZIONI DELLA R. UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE
FACOLTÀ DI LETTERE E FILOSOFIA - III SERIE - VOLUME III

FRANCESCO DE SARLO

VITA E PSICHE

SAGGIO DI FILOSOFIA DELLA BIOLOGIA

FIRENZE - FELICE LE MONNIER - EDITORE - MCMXXXV-XIII

PREFAZIONE.

Lo studio del mondo dei viventi in tutti i suoi aspetti e in tutte le sue determinazioni forma l'obbietto delle diverse scienze biologiche. C'è l'ordinamento degli esseri viventi che è il contenuto della sistematica zoologica e botanica; c'è la costituzione strutturale che è il contenuto della morfologia (anatomia e istologia dei vari sistemi organici); c'è il funzionamento degli organi ed apparecchi che è l'obbietto della fisiologia vegetale ed animale; e c'è la genesi, lo sviluppo e la storia delle forme organiche che è l'obbietto dell'embriologia da una parte e della paleontologia dall'altra. E, poichè tutti gli organismi dai più semplici ai più complessi (vegetali ed animali) sembrano risolubili in elementi morfologici e funzionali comuni, s'è costituita una scienza che ha per obbietto lo studio di tali elementi, ed alla quale è stato dato il nome di biologia generale.

In ciascuna delle scienze biologiche accennate poi si distingue una parte descrittiva *che considera gli esseri viventi come si trovano in certi siti dello spazio e in certi momenti del tempo (anche quando li esamina, scomponendoli e analizzandoli nei loro elementi costitutivi), ed una parte detta* esplicativa, *che tende a determinare le cause e le leggi dei fenomeni organici quali possono essere constatati ad un primo esame e ad una prima osservazione. Solo che tale distinzione di una parte descrittiva e di una parte esplicativa richiede chiarimento e non può essere senz'altro accettata quale è esposta dogmaticamente da taluni.*

Vi è una descrizione che si limita ad enumerare le qualità degli oggetti, prescindendo da qualsiasi considerazione del loro valore, ovvero segue il ciclo di mutamenti di un oggetto senza fermarsi a considerare tali mutamenti nei loro nessi, e vi è una descrizione che fissa certi caratteri a preferenza di altri, perchè sembra con-

tengano la ragione degli altri caratteri (accanto alle qualità o caratteri mutevoli, vi sono quelli che presentano costanza specialmente nei loro nessi). Ora le due specie di descrizione non possono essere messe al medesimo livello; mentre la prima può non avere carattere scientifico, l'altra non si vede in che si distingua da una forma qualsiasi di spiegazione. Che significato ha la spiegazione se non quello di determinazione dei nessi costanti esistenti tra gli oggetti e gli elementi degli oggetti presi a considerare?

La spiegazione può consistere bensì nella riduzione di certi fenomeni ad altri fenomeni, ma tale riduzione o tende a ricondurre il fenomeno da spiegare ad una legge generale per altra via nota e questa poi alla sua volta ad una legge più generale di cui la prima è considerata un caso particolare, ovvero tende a porre in rapporto il fenomeno da spiegare coll'azione di una causa che si dimostra operante in determinate circostanze. Nel caso di riduzione del fenomeno ad una legge e questa ad una legge più generale, il processo di riduzione — e quindi di spiegazione — non può procedere indefinitamente, ma deve arrestarsi ad un certo punto, vale a dire alla constatazione di certi fatti ultimi che devono essere ammessi come dati *da cui attinge valore ogni spiegazione ed ogni descrizione. Tale è il caso del movimento, dell'urto, dell'attrazione o della ripulsione nel campo della fisica, dell'affinità, della valenza in quello della chimica. D'altra parte la riduzione che si è detta per subordinazione dei fenomeni all'azione di una certa causa non può implicare l'azione di* cause, *diciamo così,* privilegiate. *Le cause valgono per la loro efficacia e sufficienza esplicativa (dei fenomeni) e non già per la loro natura. La ricerca della causa non offre per sè alcuna garanzia circa la natura (l'essenza) di tale causa.*

Quando si pensa che l'intento dei sostenitori della cosiddetta biologia causale *(da sostituire alla* biologia descrittiva, *la quale ammetterebbe il fatto biologico come fatto ultimo e in ogni modo come fatto che esige una spiegazione oltrepassante il campo della pura fisica-chimica) è quello di ridurre appunto i fenomeni vitali a fenomeni fisico-chimici, si vede come tale intento sia fondato sopra un assunto del tutto arbitrario, sull'assunto che la fisica e la chimica abbiano un contenuto di verità superiore a quello delle altre scienze che studiano obbietti differenti da quelli della fisica e della chimica.*

La conclusione a cui si è inevitabilmente condotti è che, se è le-

gittimo distinguere tra procedimento descrittivo *(in quanto fondato sulla semplice osservazione del corso dei fatti naturali) e* procedimento sperimentale *(in quanto implica la cooperazione del soggetto conoscente nella produzione o riproduzione artificiale dei fenomeni), non è affatto legittimo distinguere tra* scienza descrittiva *e* scienza esplicativa. *La separazione della descrizione dalla spiegazione non ha alcun fondamento. La certezza scientifica è raggiungibile tanto nell'un caso quanto nell'altro. Non vi è nè vi può essere scienza assolutamente descrittiva come non vi può essere scienza assolutamente causale, perchè non vi ha cognizione scientifica che non implichi, accanto agli elementi di descrizione (di pura constatazione), elementi di spiegazione (d'integrazione per la considerazione dei nessi causali o razionali). Sperare di superare le difficoltà dinanzi a cui si può trovare oggi la biologia, ricorrendo alla distinzione tra la cosiddetta biologia descrittiva e la biologia causale è del tutto vano. S'impone la necessità di battere altra via, prendendo a considerare i fatti quali sono offerti dall'esperienza genuina, senza muovere da alcun assunto arbitrario.*

Alla spiegazione, *infatti, come s'è accennato, fu attribuito nel campo della biologia tanto maggior valore in confronto della* descrizione, *quanto più fu dichiarato la spiegazione consistere nella riduzione dei fenomeni vitali a fenomeni d'ordine fisico-chimico. Da tal punto di vista alla fisica ed alla chimica* (*la cui struttura e i cui fondamenti comunque siano concepiti in un certo periodo della cultura per il concorso di fattori diversi*) *fu attribuito quasi un valore di assolutezza, per modo che la cognizione finì per essere giudicata tanto più perfetta ed adeguata al proprio obbietto quanto più apparve risolubile in elementi elaborabili dalla fisica e dalla chimica, o dalla fisico-chimica, come anche si dice.*

Ora, la tendenza ad identificare la spiegazione di qualsiasi fenomeno biologico con la riduzione di esso ad un fenomeno fisico-chimico in tanto potè sembrare plausibile, in quanto la spiegazione fu riferita d'ordinario non all'azione vitale nella sua determinatezza, compiutezza e concretezza, bensì ad un aspetto di essa considerato divelto dal complesso in cui si trova nella realtà.

Anzitutto non fu tenuto conto del fatto che i processi fisicochimici svolgentisi nell'organismo sono molteplici e si trovano così collegati tra loro da poter concorrere ad un unico risultato. Di solito l'attenzione fu rivolta al fenomeno della digestione, della se-

crezione, della circolazione, del movimento per sè preso, isolandolo, e, quindi, prescindendo quasi totalmente dall'essere vivo, quando invece è l'organismo che determina il fenomeno in tutte le sue particolarità. Del resto, anche ammettendo che il fenomeno della digestione, della respirazione, della secrezione e così via, possa essere ricondotto a processi ed a forze fisico-chimiche, si può sempre osservare che tali processi o forze dovettero trovarsi combinati in certi siti dello spazio e in certi momenti del tempo perchè potessero determinare il «fatto vitale». E la «combinazione» a cui si accenna, quando non è realizzabile artificialmente dallo scienziato, non può essere spiegata, ricorrendo alla fisica e alla chimica che invece in certo modo la presuppongono. Anche quando per maggior semplicità ci riferiamo ai fatti di assorbimento, di assimilazione, di movimento ecc., come dovettero determinarsi inizialmente in organismi al più alto grado semplici, anche in tali casi dovettero verificarsi speciali combinazioni *(nello spazio e nel tempo) per la produzione dei fenomeni vitali. Ammettere il determinismo fisico-chimico nella vita non è ammettere che le leggi fisico-chimiche bastino a spiegare la vita.*

Poi non sembra che si sia tenuto conto dell'altro fatto che le relazioni, in cui quella che è detta materia o sostanza vivente — *(che non ha il valore di un* composto chimico, *ma piuttosto di una* particolare miscela *di più sostanze a base di carbonio e di azoto) — si trova con le sostanze dell'ambiente, si distinguono profondamente dalle relazioni d'ordine fisico-chimico, quali hanno luogo nel mondo inorganico. Queste ultime si riducono a processi di scomposizione, ricomposizione e sostituzione di elementi che conducono alla trasformazione dei primitivi composti* (reazioni chimiche). *Le relazioni dell'organismo con l'ambiente mirano invece sempre al ristabilimento dell'equilibrio (per l'azione di diverse cause turbato), che rende possibile la conservazione e lo svolgimento della vita. Per un verso ci è il concorso di molteplici elementi al determinarsi del fatto della vita e per l'altro c'è la tendenza nell'organismo ad assicurare le condizioni necessarie alla conservazione dello stesso fatto della vita. L'adattamento delle diverse parti dell'organismo tra loro, e all'ambiente in generale, le molteplici manifestazioni dell'attività coordinatrice sempre per il bene del tutto, sono fatti che dimostrano parimenti la necessità di non arrestarsi alle spiegazioni di natura fisico-chimica. È necessario considerare i fatti vitali quali si svol-*

gono nell'organismo e per l'organismo, e l'organismo vuol essere considerato nella sua concretezza.

Fa d'uopo d'altra parte non limitare la considerazione a ciò che vi è di comune in tutti gli esseri viventi dai più semplici ai più complessi, costruendo la cosidetta Biologia generale, *ma fa d'uopo determinare l'essenza dell'organismo, approfondendone il senso e il significato nel mondo. L'essere vivente non è semplicemente un obbietto tra gli altri obbietti, un elemento tra gli altri elementi dell'universo, ma ha il significato di un* soggetto *o di un* centro d'attività *che per alcuni tratti si rivela indipendente dal mezzo in cui si trova, tanto è vero che in questo mezzo può estendere in maggiore o minore grado la sua influenza e a questo stesso mezzo si può opporre.*

Il significato della vita vuole essere riposto appunto nella costituzione di quelle unità *e di quei* centri di attività *che sono detti «individui». Mentre nella sfera inorganica non può aver senso parlare di «individualità» vera e propria in quanto gli elementi o i corpi, che presentano caratteri identici o simili, si equivalgono e sono sostituibili gli uni agli altri, nella sfera organica gli esseri viventi offrono sempre alla considerazione un certo numero di differenze che son dette appunto «differenze individuali». Il mondo organico, possiamo dire, ha questo di proprio che ha* struttura sostanzialmente individuale *(non diciamo* atomica, *perchè gli individui sono in determinate relazioni tra loro).*

E gli individui non esistono sempre come possono essere trovati in un certo momento, ma si vanno formando o costituendo non solo per influssi estrinseci *(per influssi della realtà esterna), ma soprattutto, e più specialmente, per* influssi intrinseci, *per l'azione, vogliamo dire, che gli individui, a misura che si vanno costituendo, sono capaci di esercitare su se stessi. Gli individui organici non nascono belli e formati e non rimangono pressochè immutati, ma crescono, si svolgono per forze in sè insite, assumendo gradatamente la forma che è loro propria.*

L'interessamento di ciascun essere è soprattutto rivolto a sè, procurando di conservarsi e di estendersi il più che è possibile, opponendo resistenza ad ogni minaccia di offesa o di danno. Certo l'accrescimento e la conservazione stessa non durano indefinitamente, ma ciò nulla toglie al valore dell'interessamento individuale nel senso che diciamo. Vi ha dei casi in cui sembra che l'essere organico non agisca per sè, ma anche in tali casi l'interesse *è rivolto sempre al-*

l'appagamento di un bisogno o all'esecuzione di un impulso agente in un certo momento nel soggetto. D'altra parte anche quando l'individuo sembra che agisca per l'interesse della specie o di un'individualità d'ordine più elevato, agisce sempre per l'interesse di individui, se anche in tal caso gl'individui sono differenti dall'individuo agente hic et nunc. *Si può ben dire che l'interessamento nel mondo organico non trascende mai l'individualità organica, se pure questa è* estesa nello spazio *(come nelle associazioni) e* nel tempo *(come negli individui che si succedono appunto nel tempo).*

Come si vede, non si può avere l'illusione di penetrare il significato della vita d'un soggetto, fermando l'attenzione su un fenomeno o su un aspetto isolato — nello spazio o nel tempo —, ma è necessario estendere l'osservazione a tutto il comportamento dell'essere vivente nelle diverse circostanze in cui esso si può trovare, e in cui può essere chiamato a dispiegare la propria attività. Non può bastare la considerazione astratta *e* analitica, *come è fatta di solito dallo scienziato, il quale si ferma a considerare i singoli aspetti dell'essere vivente, come può essere la struttura, il funzionamento, lo sviluppo ecc., ecc., ma si richiede quella che potremmo dire* considerazione sistematica, *la quale può scaturire solo dalla riflessione sugli aspetti e sulle relazioni in cui l'essere vivente può essere preso in esame. E si capisce che l'essere vivente, in quanto è centro di molteplici attività, non può non essere punto di rannodamento di molteplici attinenze, di cui deve essere tenuto conto per una determinazione adeguata dell'essenza e del significato di esso. Gli aspetti e le relazioni, di cui si parla, vogliono essere determinati, come è facile capire, nella loro natura e nel loro valore.*

Sono da distinguere a tal uopo anzitutto le relazioni d'ordine fisico-chimico (relazioni energetiche) *che sono simili a quelle che si possono determinare tra elementi materiali al di fuori dell'organismo; poi le relazioni che potremmo dire* vitali *in quanto, riferendosi a peculiari azioni dell'organismo, finiscono per rispondere ai bisogni o alle esigenze di esso. In tale gruppo occupano un posto speciale le relazioni* costruttive *per cui l'organismo, venendo in possesso di elementi attinti all'esterno e sottoponendoli a particolari processi di elaborazione, se ne serve per la costruzione della «macchina organica» e per il compimento delle varie funzioni vitali. In questo caso i processi fisico-chimici (i processi di trasformazione energetica) non hanno luogo soltanto per le forze inerenti agli elementi materiali, ma*

sono sotto la « regola » dell'organismo. L'essere vivente figura il vero soggetto agente che è capace di utilizzare il materiale a sua disposizione per il conseguimento dei fini che ne esprimono la natura. È da far menzione infine delle relazioni biopsichiche che alla loro volta o assumono la forma impulsivo-regolativa quale si può osservare in tutta la distesa del mondo dei viventi, dagli organismi più semplici ai più complessi, ovvero quella che potremmo dire propriamente fisiopsichica con l'evoluzione del sistema nervoso.

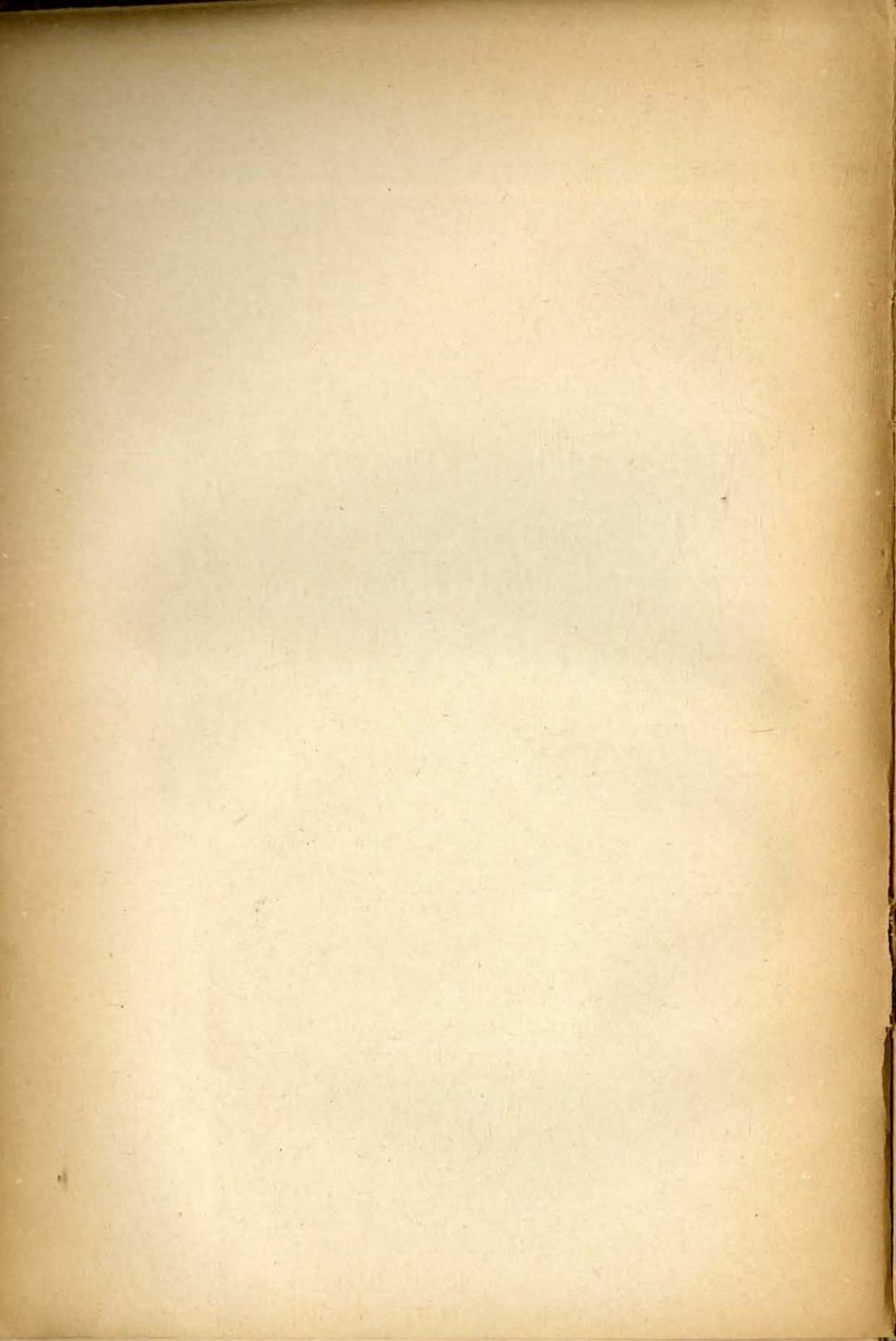
Le specie di attinenze, che abbiamo enumerato, dimostrano, mi pare, nel modo più chiaro come l'essere vivente, in fondo, partecipa, per così dire, dei due mondi, di quello puramente fisico e di quello psichico, rappresentando il mezzo per cui l'un mondo si eleva sull'altro. D'ordinario si parla di particolari attinenze dell'organismo coll'essere fornito di vita psichica, venendo così a porre un distacco tra la vita e la psiche e mostrando di concepire queste come due forme di realtà del tutto differenti. Si riconosce bensì che la psiche, almeno sul nostro globo, ha sempre sua sede in un centro di vita e che per dippiù dal momento che l'attività psichica ha raggiunto un determinato grado del suo sviluppo è in relazione reciproca col corpo, ma si rimane fermi sull'asserzione che l'attività vitale e quella psichica, se anche in determinate condizioni possono trovarsi in rapporto tra loro, non cessano per questo di avere consistenza e valore indipendentemente l'una dall'altra. Una tale opinione trova il suo appoggio principalmente nel fatto che è presa in considerazione l'attività psichica in quanto implica il rapporto tra soggetto ed oggetto quale si rivela nella coscienza e per la coscienza, e sono pressochè totalmente trascurate l'attività organizzatrice e insieme l'attività psichica quale può essere dispiegata in condizioni diverse (attività subcosciente nei suoi vari gradi e forme, sonnambolismo, ipnotismo ecc.).

Quando si tenga conto della vita psichica in tutta la molteplicità delle sue manifestazioni e determinazioni, e quando per dippiù si tenga conto dell'influsso reciproco che le due forme di vita, la vita dell'organismo e quella della coscienza, continuamente esercitano tra loro, si è costretti a riconoscere in base ai numerosi fatti raccolti, che la vita e la psiche, lungi dall'essere in un certo senso estranee l'una all'altra, sono l'una per l'altra. La vita psichica, quale può essere appresa e si rivela nella coscienza, ha radice nell'attività che si manifesta nell'organizzazione e nelle varie specie di compor-

tamento degli esseri viventi. L'attività psichica nella forma di coscienza presuppone necessariamente l'attività subcosciente, la attività recettivo-reattiva e l'attività impulsivo-regolativa: ma queste forme di attività, che a nessuno verrà in mente di negare di natura essenzialmente psichica, sono implicite in ogni forma di attività organizzatrice e biologica in generale. L'attività vitale e quella psichica figurano così gradi differenti di una Potenza fondamentalmente unica. Tale Potenza, dopo che è riuscita a foggiare per certi rispetti l'istrumento della sua azione (l'organismo), può elevarsi alle manifestazioni e determinazioni più cospicue ed alte della propria natura.

Prendendo in considerazione dunque le relazioni in cui l'essere vivente si trova con l'attività psichica nelle diverse sue forme e nei diversi suoi gradi, non si può non riconoscere il fatto che la azione biologica ha uno dei suoi principali fondamenti nell'azione psichica (attività costruttiva, attività impulsivo-regolativa, attività recettivo-reattiva) *e viceversa l'attività psichica, in una delle sue principali determinazioni (attività cosciente), ha il suo fondamento nell'attività biologica, quando questa è intesa come implicante* unificazione *o* coordinazione, centralizzazione *e* regolazione. *Ora questo in tanto è possibile in quanto l'essere vivente mediante le* attinenze psichiche *si rivela in relazione non con qualche cosa che gli è totalmente estraneo, ma con ciò che ha il significato di* momento del suo sviluppo.

In conclusione, la Vita e la Psiche non vogliono essere considerate forme o specie differenti di realtà, ma aspetti o momenti diversi di un'unica Realtà che è appunto in fondo la realtà psichica (in connessione, s'intende, in determinate condizioni, colla realtà puramente fisica). Tale il concetto che sostanzialmente si è cercato di mettere in luce nel presente volume. Il lettore dirà se, e in quale misura, lo scopo sia stato conseguito.

CONSIDERAZIONI INTRODUTTIVE

I.

IL MONDO FISICO.

Noi ci troviamo nel mondo, e facciamo parte di esso, ma con esso non ci identifichiamo. Tutto il mondo fisico — o la natura esterna — ci si presenta per molti rispetti come qualche cosa di contrapposto a ciascun di noi, qualcosa che noi abbiamo bisogno e interesse — sia dal punto di vista teoretico che da quello pratico — di conoscere nelle sue varie parti. Solo conoscendolo, noi possiamo agire su di esso.

La natura esterna è *prima facie* senz'altro identificata col complesso degli oggetti o dei *corpi* che noi apprendiamo per mezzo dei diversi sensi di cui siamo forniti. I sensi rappresentano come canali per cui a ciascun centro di vita e di coscienza giunge la notizia delle qualità — suoni, colori, pesi ecc. — costituenti *prima facie*, come abbiamo detto, la natura fisica. Tali qualità, in quanto hanno necessario riferimento al soggetto percipiente, costituiscono poi i *fenomeni rappresentati.*

Ciascun oggetto o ciascuna cosa ha determinati attributi e, dispiegando le capacità di cui è dotata, può agire su di noi e soddisfare i nostri bisogni. Noi da principio pensiamo gli oggetti come esistenti per sè quali noi li percepiamo e come esistenti indipendentemente da noi; ma alla riflessione tali oggetti si rivelano sempre complessi di contenuti sensoriali. Ciascun contenuto — colore, suono, peso ecc. — *è termine* dell'atto sensoriale (atto di vedere, di udire, di toccare ecc.) e quindi inscindibile da esso. Quel che si può dire del contenuto — termine — non si può dire dell'atto e viceversa, come quel che si può dire dell'atto immaginativo o memorativo non si può dire dell'obbietto immaginato o ricordato, ma i due, l'atto e il suo termine, sono inscindibili. Finchè si rimane sul piano della sensibilità, si può avere anche l'idea che gli oggetti esistano in quanto son percepiti e che per ciò stesso che cessano di essere percepiti da un determinato individuo cessino di esser percepiti anche dagli altri

(cessando di vedere, si crede di non esser visto). Finchè si rimane sul piano della sensibilità adunque il mondo s'identifica senz'altro con la rappresentazione che se ne ha.

I caratteri su cui importa richiamare anzitutto la attenzione sono la *molteplicità*, l'*irreducibilità qualitativa* e l'*esteriorità*. I contenuti sono molteplici in corrispondenza dei differenti organi sensoriali e delle modalità in cui si presenta ciascuna forma di sensibilità; e sono irreducibili, in quanto non sembra possibile derivare una certa forma di sensibilità da un'altra. Gli stessi contenuti poi ci si presentano *distinti da noi* e non parti di noi; sono presenti alla coscienza, e non sono costitutivi di essa (il rosso, il grave, il suono non qualifica noi come centri di coscienza); per ciò stesso che abbiamo coscienza della luce, del colore, del suono, del peso, ci distinguiamo dall'obbietto o dallo stato di cui abbiamo coscienza. Naturalmente l'*esteriorità* non vuol esser confusa con l'obbiettività vera e propria, vale a dire coll'indipendenza (in senso assoluto) dal soggetto percipiente. E qui forse può essere utile ricordare che l'organismo — *corpo organizzato* — con cui il centro di coscienza si trova indissolubilmente legato è anch'esso parte del mondo fisico, in quanto è obbietto della percezione sensata. Le qualità sensoriali conservano il carattere di esteriorità, sia che siano riferite agli oggetti esterni al nostro corpo, sia che siano riferiti al nostro organismo.

Dal momento che è possibile elevarsi al di sopra del piano della sensibilità, sorge il bisogno della determinazione esatta dell'obbiettività, e quindi della distinzione di ciò che è inerente al soggetto da ciò che è realmente indipendente da esso. Compito precipuo dell'atto genuinamente intellettivo (giudizio) è la decisione circa l'esistenza o non esistenza reale del contenuto rappresentato. Se in una prima fase dello sviluppo intellettuale è attribuito valore di realtà a qualsiasi contenuto rappresentato, essendo senz'altro identificate l'obbiettività e l'esteriorità, giunge però il momento in cui non è possibile sfuggire alla necessità di distinguere tra apparenza e realtà nel contenuto percettivo. Mentre di là dai fenomeni è assunto qualcosa di differente da essi affine di eliminare quel che vi è di contradditorio nell'esperienza sensoriale per sè presa, si cerca la spiegazione dei fenomeni, quali sono direttamente sperimentati. La natura non è più identificata senz'altro coll'esperienza sensoriale diretta, ma è costruita dalla mente conoscente, mediante ipotesi che valgano a rendere intelligibili i fenomeni quali sono direttamente sperimentati.

La costruzione ipotetica varia secondo variano i fatti da spiegare. Dal momento che nuovi fatti sono conosciuti s'impone la necessità di fare nuove costruzioni ipotetiche che valgano a spiegarli. Le ipotesi sono ritenute valide fino a che, col progredire delle nostre conoscenze, non si rivelano in contrasto coi fatti quali sono constatabili coi mezzi di cui disponiamo.

Ogni definizione della materialità pertanto è provvisoria. Un tempo la materia era concepita senz'altro come costituita di un certo numero di corpi semplici, i quali poi tutti erano considerati risolubili in elementi indivisibili o in atomi. Ma ora una tale credenza si è rivelata del tutto destituita di fondamento. Quello che prima era considerato elemento ultimo e irreducibile è considerato ora alla sua volta «formazione». La risoluzione della materia in unità inerti, inattive, in unità semplici, immutabili, indivisibili è respinta come del tutto inadeguata alla spiegazione dei fatti. All'inerzia è sostituita l'azione continua, all'immutabilità l'evoluzione, alla stabilità l'instabilità. Il più complesso può esser risoluto nel meno complesso (relativamente semplice), solo che il relativamente semplice non è sempre concepito in modo identico.[1]

---

[1] Già fin dal 1815 il Proust, partendo dall'ipotesi che i pesi atomici di tutti i corpi semplici fossero multipli esatti del peso dell'idrogeno, aveva sostenuto la unità di composizione degli elementi, considerandoli formati dalle successive condensazioni dell'idrogeno. Però a misura che gli studi chimici andarono progredendo, si vide che i pesi atomici dei corpi non si potevano rappresentare coi numeri interi, ma con decimali, onde non era possibile considerarli multipli esatti del peso dell'idrogeno che è 1, bensì, piuttosto (Dumas), multipli del peso atomico 0,25. Non l'idrogeno dunque, ma una sostanza di un peso atomico quattro volte più piccolo doveva ritenersi l'elemento primordiale. La legge periodica, suggerita da prima da Newlands nel 1864 ed elaborata da Mendelljeff secondo la quale le proprietà fisiche e chimiche degli elementi sono in funzione periodica dei loro pesi atomici, venne a confermare la ipotesi dell'unità di composizione degli elementi e il Berthelot verso il 1880 così concludeva alcune sue ricerche di chimica: «Lo studio approfondito delle proprietà fisiche e chimiche delle masse elementari che costituiscono i nostri corpi semplici, attuali tende a ridurli non ad atomi indivisibili omogenei e suscettibili solo di movimenti, ma ad edifici molto complessi di un'architettura speciale e animati da movimenti interni molto vari». Sicchè quando WILLIAM CROOKES nella memoria *La genesi degli elementi* (1887) e nell'altra *Elementi e metaelementi* (1888) sosteneva che gli elementi chimici non sono nè semplici nè primordiali, nè creati tutti in una volta, ma originati per evoluzione da una sola specie di «materia», non fece che formulare nettamente un'idea che si trovava diffusa nell'ambiente della scienza. Da altre ricerche risultava che la costanza del peso atomico non poteva esser ritenuta criterio valido per la determinazione della semplicità dei corpi.

Le conclusioni del Crooks furono convalidate dalle ricerche di analisi spet-

Noi non dobbiamo ora esporre ed esaminare le differenti concezioni della natura fisica che si sono andate succedendo nella storia del pensiero: a noi basta osservare come due concetti e principii soprattutto regolarono il processo di elaborazione scientifica, il principio del determinismo e quello della rappresentazione o formulazione matematica. Se in un primo tempo potè sembrare che la concezione meccanica contenesse la spiegazione più adeguata della realtà, successivamente, coll'estendersi ed approfondirsi delle conoscenze intorno alla natura fisica, essa risultò, per lo meno, angusta, onde fu sostituita dalla concezione energetica, nella quale poi prevalse la formulazione matematica. Si ebbe l'intento di rappresentare nel modo più adeguato l'andamento delle varie classi di fenomeni mediante formule matematiche (logicamente) connesse tra loro, prescindendo da qualsiasi determinazione dell'essenza dei fenomeni stessi.

Fu necessario però distinguere il comportamento dell'energia nei rapporti tra i *corpi* o *masse atomiche* dal comportamento dell'energia nei rapporti tra gli elementi componenti gli atomi: fu necessario distinguere la fisica delle masse materiali dalla fisica degli elementi atomici. Poichè le leggi, che sono ordinariamente ammesse nel primo rispetto, non sembra che conservino il loro valore nell'altro rispetto

---

trale del Lockyer, le quali dimostravano erronea l'affermazione che ciascun elemento chimico ha un solo spettro di raggi. Uno stesso elemento a temperatura diversa presenta spettri diversi: ciò prova che gli atomi delle sostanze non sono immutabili e indivisibili, ma sono invece soggetti a cangiamenti e a dissociazioni. Il Lockyer, poi mettendo in rapporto questi esperimenti con l'analisi spettrale delle stelle, credè di poter ricostruire l'evoluzione chimica della materia inorganica.

Le nuove scoperte dei raggi catodici, dei raggi X, dei corpi radioattivi e la dimostrazione che la radioattività costituisce una proprietà generale della materia venne da un altro punto di vista a confermare l'ipotesi della formazione evolutiva della materia. Le radiazioni restituirebbero con una lenta dissipazione l'energia accumulata nel periodo della formazione cosmica. I prodotti della dissociazione degli atomi sarebbero sostanze intermedie per le loro proprietà fra i corpi ponderabili e l'etere imponderabile. La materia non sarebbe che una colossale riserva di energia. Dalla energia intraatomica manifestantesi durante la dissociazione della materia poi deriverebbero le differenti energie dell'universo. La materia coi suoi atomi sorta per evoluzione dall'etere primitivo tenderebbe a ritornarvi.

Abbiamo accennato ad alcune delle concezioni circa la natura della «materialità» per recare la prova che le ipotesi furono sempre suggerite anche in passato da nuovi fatti da prendere in considerazione. Spesso si tratta di speculazioni, le quali si succedono con alterna vicenda, dimostrando appunto come nessuna definizione della materia possa avere un valore assoluto.

(la legge della conservazione dell'energia e quella della irriducibilità della materia ad energia).[1]

Prescindendo ora da quello che fu possibile constatare in determinate condizioni nei nuclei atomici (è in tale direzione che la fisica più recente ha compiuto i più notevoli progressi), rimane fermo che l'energia ha questo di proprio che in determinate condizioni sottostà a trasformazioni della maggiore importanza. È in tali trasformazioni che si trova la ragione delle diverse specie di fenomeni, che noi constatiamo nell'esperienza; l'energia chimica potenziale del carbone, per esempio, può essere trasformata in energia cinetica del vapore acqueo e questa in energia cinetica di tutta l'armatura girante di una dinamo e poi in energia di vibrazioni eteree (luce, calore, raggi X, o altre onde elettro-magnetiche) e questa ancora in energia meccanico-cinetica e così di seguito. Quando si dice che noi possiamo regolare, controllare l'energia, si deve intendere questo, che noi siamo in grado di determinare certe trasformazioni, e, ciò facendo, possiamo determinare nuove serie di fenomeni e nuovi cangiamenti. Da tal punto di vista si può ben dire che l'energia è causalità, vale a dire potere di produrre fenomeni sempre nuovi. Solo che, mentre la quantità totale di energia sembra rimanga costante almeno entro certi limiti nell'universo, il «potere» tenderebbe a diminuire continuamente; questo si trova espresso appunto nella seconda legge della termodinamica secondo la quale il valore di una certa funzione chiamata *entropia* tende a raggiungere un massimo quando sia applicata al mondo considerato come sistema chiuso. L'energia così figura come condizione del determinarsi di qualsiasi forma di *diversità* o di *eterogeneità*, solo che l'aspetto o il momento della diversità tende a diminuire. In ciò si trova il fondamento della distinzione dell'energia in *utilizzabile* e *non utilizzabile* (degradazione o dissipazione dell'energia).

entropia

L'entità che è detta energia rappresenta poi il prodotto di due fattori, il fattore di *capacità* e il fattore d'*intensità*. Così l'energia meccanica dell'acqua, supponiamo, equivale al prodotto di una certa quantità di acqua moltiplicata per l'altezza a cui essa può determinare certi mutamenti; e l'energia di una corrente elettrica è data dalla quantità di elettricità moltiplicata per il potenziale elettrico e l'ener-

[1] Vedi a tal proposito CORBINO, *Risultati e prospettive della fisica moderna* (*Atti della R. Accademia dei Lincei*, Discorso tenuto nell'adunanza solenne del 3 giugno 1934).

gia chimica è data dal peso di una sostanza moltiplicato per il suo potenziale chimico. Condizione pertanto del determinarsi di una trasformazione energetica in un certo momento è l'esistenza di una differenza del fattore intensivo nelle differenti parti del sistema: un corso d'acqua può compiere un lavoro tanto maggiore quanto più passa da un livello più elevato ad un livello più basso e l'elettricità produce tanto maggiori effetti quanto più poggia sopra una differenza di potenziale elettrico. L'energia che può passare da uno stato di alto potenziale ad uno stato più basso è l'energia utilizzabile in un sistema di corpi in cui essa è contenuta.

Quel che importa di fissar bene è che nei fenomeni *puramente fisici* constatandosi soltanto cangiamenti irreversibili, si hanno fenomeni di degradazione in guisa che una frazione dell'energia si presenta sempre in condizione di incapacità a subire ulteriori trasformazioni. Il mondo fisico è concepito dalla scienza odierna come sistema in cui l'energia tende continuamente a degradarsi, cioè a dire tende a diffondersi e a distribuirsi ugualmente in tutte le parti sotto la forma di calore. In tale condizione si avrebbe come l'arresto di ogni divenire fisico.

Come si vede, dal punto di vista della scienza (fisica) la natura si risolve in fenomeni, anzi in parvenze, da cui non sembra possibile assurgere ad alcuna determinazione veramente reale. E non basta: dato che ogni processo fisico mena alla continua degradazione dell' energia e che la realtà dal punto di vista fisico non è che un'altra parola per indicare il passaggio da una forma di energia ad un'altra, possiamo dire che la realtà fisica per sè sembra menare all'annientamento di sè stessa. Da una parte sembra dunque si sia costretti a rimaner chiusi nella cerchia delle parvenze e dall'altra le stesse parvenze hanno un decorso, che sembra ci allontanino sempre più dalla realtà. Ogni tentativo di razionalizzazione è respinto come cosa vana (anche il determinismo ha assunto il valore di un pregiudizio), e quasi si potrebbe dire che tutta l'opera dello scienziato abbia per sua meta ultima la dimostrazione della vanità di ogni sforzo inteso a definire la realtà. Ma non è il caso d'inoltrarsi nella discussione di un tale argomento: a noi basta aver mostrato che a misura che la conoscenza dei fenomeni naturali venne estendendosi ed approfondendosi ci si trovò sempre più lontani dai dati dell'esperienza diretta (dai dati percettivi), onde si fu costretti ad aggirarsi nel campo di speculazioni più o meno complicate che, se ta-

lora poterono aprir la via alla scoperta di nuove verità, qualche volta ebbero per risultato di allontanarci ancora più dalla realtà, spingendoci nel dominio delle astrazioni.

Se non che a questo punto bisogna riflettere che gli oggetti costituenti il mondo devono essere riferiti sempre al centro di coscienza (soggetto percipiente) e sono determinabili in base a tale rapporto. Se il soggetto percipiente si trova come di fronte al mondo, fa parte dello stesso mondo: e il soggetto percipiente si trova intimamente connesso coll'organismo (corpo organizzato), il quale, come si disse in altro luogo, non è che una particolare determinazione della natura fisica. Il soggetto da tal punto di vista potè ben esser concepito come un *composto delle due nature*, della natura fisica e di quella psichica; ma noi ora, senza addentrarci nel problema metafisico, possiamo ben dire che, come mediante la percezione interna si ha l'apprendimento delle manifestazioni dell'attività propriamente psichica, così si può avere l'apprendimento diretto di certe manifestazioni dell'attività psicofisiologica: come in determinate condizioni noi siamo certi di compiere atti di pensare, di volere, di desiderare ecc., così siamo certi di compiere determinati movimenti. Noi agiamo esternamente, e siamo certi di agire appunto perchè in tal caso la determinazione propriamente psichica sotto la forma di *sforzo*, di *tensione*, si trova come fusa e compenetrata con la manifestazione esterna. In tal caso, l'azione esterna, in quanto può essere oggetto di percezione sensata, si trova coincidere con la determinazione interna e quindi non si può parlare di distinzione, e molto meno di contrapposizione, tra apparenza e realtà. Noi abbiamo bisogno di agire, di muoverci, e agendo, muovendoci, sperimentiamo l'azione e il moto (compiuto da noi) e non osiamo dubitarne.[1] Vi sono casi dunque in cui non abbiamo solo apprendimento di contenuti rappresentativi, ma l'apprendimento di atti che a tali contenuti dànno origine.

Quando ciò accade o può accadere? L'abbiamo veduto; quando, mentre l'azione ha il suo punto di origine in una determinazione

---

1 Non vale obbiettare che si possono dare casi patologici in cui si ha bene l'illusione di compiere un certo movimento o una certa azione quando nel fatto nè un'azione nè un movimento è compiuto; perchè in tal caso non si ha la completa esecuzione dell'azione o del movimento per l'ostacolo o arresto che essa subisce; ma c'è l'inizio e quasi potremmo dire l'abbozzo dell'azione senza dire che le alterazioni patologiche non valgono a distruggere il valore dei fatti svolgentisi normalmente e regolarmente.

psichica, si può estrinsecare all'esterno col concorso di particolari organi, che sono appunto parti dell'individualità organica (parti dell'organismo). L'organismo — e lo vedremo meglio in seguito — è centro di attività, principio di azione; e tale attività non può esser totalmente illusoria, perchè ha il suo fondamento nella realtà psichica in cui appunto *esse est percipi*. La constatazione diretta non è fatta, e non può avere valore, che nel soggetto umano singolo, ma, poichè fatti analoghi si hanno in tutti gli esseri viventi, è legittimo estendere a tutti questi quello che fu riscontrato vero nell'unico caso in cui si può parlare di esperienza diretta dell'azione.

Il problema della vita organica assurge così ad un valore, di cui è necessario rendersi conto. Mondo organico e mondo inorganico presentano differenze su cui dev'esser richiamata l'attenzione. Discutendo però delle caratteristiche essenziali e fondamentali della sfera organica, vedremo che pur essendo applicabili ad essa i principii energetici, i principii regolanti il divenire fisico, questi vengono assumendo un nuovo significato. I processi vitali seguono bensì le leggi energetiche, ma piegano queste leggi a nuove esigenze. Il principio di conservazione dell'energia si attua nel mondo organico come in quello inorganico, solo che nel mondo organico finisce per assurgere al valore di mezzo per la realizzazione e persistenza della vita; anche nella sfera organica trova applicazione il principio della degradazione dell'energia; solo che in tal caso il processo di degradazione lungi dall'essere *diretto* e dall'esser *fatale* si trova *rallentato* o *ritardato* e *controbilanciato* da processi di *elevazione* dell'*energia*. Tutto questo risulterà chiaro da quello che andremo dicendo.

II.

LA SFERA ORGANICA.

Nel mondo detto fisico (natura esterna) sono da distinguere due sfere: quella dei corpi inorganici e quella degli esseri viventi — vegetali ed animali —. Le due sfere sono bensì distinte, ma non sono separate e indipendenti tra loro. L'ambiente esterno, che, come vedremo, è uno dei termini della relazione fondamentale in cui si attua la vita, è in gran parte costituito di obbietti o fatti o elementi inorganici. Le due sfere, possiamo dire, formano bensì un'unità o sistema, ma sarebbe errore dedurne l'omogeneità di loro natura, trascurando le differenze che separano l'una dall'altra. Ciascuna sfera del mondo si trova connessa con le altre sfere, senza perdere le sue note specifiche. La questione che può esser fatta è circa la priorità dell'una o dell'altra sfera; ma si vedrà a suo luogo che la priorità della sfera inorganica rispetto a quella organica risulta chiara, quando siano tenute presenti le condizioni necessarie per la realizzazione della vita. La priorità della sfera organica urta contro difficoltà insormontabili, come vedremo, discutendo dell'origine della vita.

Gli organismi sono costituiti da sostanze chimiche che si riscontrano già nel mondo inorganico; la cosiddetta chimica organica presenta caratteri particolari in confronto di quella inorganica per quel che riguarda la complessità delle combinazioni e certe maniere del loro comportarsi (formazione delle sostanze colloidali, per esempio), ma gli elementi ultimi onde risultano le sostanze organiche sono quelli che si trovano in molti corpi inorganici (carbonio, idrogeno, azoto, ossigeno, silicio, ferro, calcio ecc.). Gli edificii sono diversi, ma le pietre onde tali edificii sono costruiti sono uguali. Gli elementi utilizzati nel mondo organico sono relativamente poco numerosi, la struttura delle combinazioni presenta differenze meritevoli di attenzione, ma non si può parlare in senso rigoroso della « materia

vivente ». Si può parlare di condizioni di realizzazione delle combinazioni chimiche negli organismi, differenti dalle condizioni di realizzazione di combinazioni simili al di fuori dell'organismo (condizioni di temperatura, di pressione ecc.); ma ciò dimostra solo l'influenza che l'organismo già esistente esercita sul chimismo vitale.

Del resto il senso comune e la conoscenza volgare in genere distinguono senza difficoltà od esitazione l'essere vivente da qualsiasi corpo della natura inorganica, fondandosi, oltre che sulle apparenze esterne, sul modo diverso di comportarsi di fronte alle eccitazioni esterne e sulla maniera peculiare in cui l'essere vivente ha origine, si svolge e si dilegua nel tempo. E lo scienziato stesso nelle circostanze ordinarie non esita a contrapporre l'essere vivente al corpo inanimato. Le incertezze possono sorgere e sorgono quando siano prese a considerare particolari forme viventi, le forme semplici e indifferenziate, ovvero quelle forme che non possono esser seguite per un tempo abbastanza lungo nel loro comportamento. In tali casi però è legittimo il dubbio, se sia lecito caratterizzare una classe di obbietti (od esseri), i quali d'ordinario presentano note precise e chiaramente distinguibili, riferendosi a forme che si trovino per così dire ai limiti estremi della scala, o che non hanno ancora assunto, per così dire, un carattere ben definito. Quel che in ogni modo si può dire di sicuro è che un fisico, un chimico, da una parte, ed uno zoologo, un botanico, dall'altra, non entrano mai in conflitto tra loro per la delimitazione dei rispettivi campi di ricerca. Non è nemmeno concepibile che possa nascere equivoco sulla determinazione della natura di un fatto od anche di un processo in modo da non poter dire se questi appartengono al campo della fisica, della chimica, ovvero a quello della biologia.

Anche coloro che intendono abbattere ogni barriera tra mondo organico e mondo inorganico in fondo non negano le differenze esistenti fra i due mondi, ma negano o attenuano l'importanza da attribuire a certe note differenziali. Sono messe in luce analogie spesso superficiali (analogie di forma e di proprietà dei cristalli, per esempio) e sono estese certe proprietà dei viventi — ritenute originarie ed irreducibili — ai corpi inorganici, tentando così di arricchire di nuove potenze o attitudini la materia in generale.

Comunque, la vita ci si manifesta in sistemi *relativamente* chiusi, o in « forme individuali », le quali, mentre occupano un certo spazio e durano un certo tempo, sono anche *i luoghi* in cui si compiono

processi fisico-chimici nettamente caratterizzabili, e in cui accadono trasformazioni energetiche in una direzione determinata.

L'energia vitale non può esser messa allo stesso livello delle varie forme di energia fisica (energia meccanica, elettrica, luminosa, ecc.) e non può avere il valore di anello nella catena delle trasformazioni energetiche, i cui effetti, constatabili per mezzo dei sensi, sono poi anche misurabili.

Non c'è la vita, che è nozione astratta, ma ci sono gli esseri viventi, che se presentano tra loro notevoli differenze (basti pensare alle differenze esistenti tra i vegetali e gli animali, e tra i diversi gruppi di vegetali e di animali) hanno caratteri comuni per cui possono assumere l'aspetto di determinazioni o particolarizzazioni di un'unica entità.

Mentre i corpi inorganici presentano gradi diversi di permanenza e di stabilità, finchè restano nello stato di equilibrio, al quale normalmente tendono — equilibrio che può esser turbato solo da azioni provenienti dall'esterno —, gli esseri organici sottostanno a mutamenti *continui* e *ciclici*. Se noi per un momento fermiamo l'attenzione sul comportamento di uno dei più semplici organismi, mettendolo in raffronto con quello di un pezzo di materia inorganica, abbiamo la rappresentazione dei principali fenomeni vitali. Un vaso d'acqua, alla temperatura ordinaria e in un'atmosfera satura di vapore acqueo, rimane immutato finchè durano le condizioni accennate, e, se anche presenta dei mutamenti, questi sono in un rapporto di dipendenza diretta da speciali condizioni esterne, e durano quanto durano le stesse condizioni (esponendo l'acqua ad un freddo intenso si solidifica). E, supposto il caso che in esso sia introdotta una sostanza avente affinità chimica coll'acqua — una massa di proteina morta per esempio —, si determineranno decomposizioni e combinazioni d'ordine chimico, le quali, poi, hanno termine appena è raggiunto uno stato d'equilibrio. Se noi invece abbiamo a che fare con uno di quei microscopici esseri viventi (infusorii) che popolano le acque stagnanti e propriamente con un'*euglena,* avente la forma di un corpo rotondo, provvisto di lunghi filamenti, si constateranno fenomeni della maggiore importanza: già tale corpo, che dal punto di vista della costituzione fisico-chimica non presenta caratteri particolari che valgano a distinguerlo da qualsiasi particella di proteina morta, ha una forma determinata — è un corpo provvisto di lunghi filamenti —; poi, tale particella di proteina vivente dispiega una certa quantità

di forza, agitando in tutti i versi l'acqua mediante la vibrazione dei suoi lunghi filamenti, ed è sede di produzione di un'energia chimica addirittura meravigliosa; si determinano molteplici reazioni chimiche che hanno per resultato da un canto la conversione delle sostanze attinte dall'esterno in sostanza propria del microscopico organismo, e dall'altro l'eliminazione degli elementi divenuti inutili o nocivi. Inoltre ad un certo momento la massa si scinde in parti, ciascuna delle quali poi cresce fino ad assumere la forma originaria. Dopo una serie di tali divisioni e suddivisioni il piccolo essere può anche presentare nuovi mutamenti (perdere i filamenti, arrotondarsi e secernere una specie di scheletro esterno, nel quale può rimaner chiuso un certo tempo). Si ha così una successione di fasi, che si possono ripetere in modo ciclico, senza che mai sia raggiunto uno stato di quiete e di stabilità, come appunto accade nei corpi inorganici, finchè dura la vita, naturalmente. L'euglena presenta così i principali fenomeni vitali, quali l'accrescimento o lo sviluppo, il metabolismo, la riproduzione ecc.

I fenomeni vitali implicano sempre, l'abbiamo già detto, una relazione fondamentale tra i singoli enti (cioè fra i « sistemi organici ») e il resto del mondo. La relazione si stabilisce, si particolarizza con modalità diverse, ma c'è sempre. Prescindendo da tale relazione non è a parlare di vita. La relazione si stabilisce per ciò stesso che i termini — sistemi organici e ambiente — si trovano in certe condizioni. I soggetti, perchè compiano il loro ufficio nella relazione, devono essere anzitutto unità, unità nel senso che devono essere mezzi di rannodamento o di coordinazione della molteplicità degli elementi di cui possono constare, e unità nel senso del comune riferimento ad essi del molteplice esterno (ambiente). Le unità per tale via vengono ad esser centri delle varie funzioni in cui si esplica la vita. Le stesse unità, poi, presentano un certo grado di spontaneità e di autonomia per cui si affermano e si conservano, opponendosi più o meno validamente a ciò che potrebbe danneggiarle. L'organismo persiste anche attraverso i mutamenti che può subire, specialmente per azioni esterne, e conserva la propria forma anche rispetto ai mutamenti dell'ambiente. In un certo senso si può dire infine che ciascun centro è esclusivo degli altri.

L'altro termine della relazione (l'ambiente) offre la materia o il mezzo di esplicazione degli atti vitali. Le unità (centri di attività) hanno bisogno dell'ambiente e di tutto quello che dall'ambiente

proviene, per poter assumere forma e consistenza particolare, e d'altra parte sono in grado di poter reagire all'azione dell'ambiente in modo da poter anche questo modificare, trasformare, piegandolo alle proprie esigenze.

L'attività dell'organismo si manifesta specialmente nelle particolarità che presentano i processi di trasformazione dell'energia di cui esso è sede. Mentre nei processi inorganici è costante il passaggio dall'energia utilizzabile a quella inutilizzabile, negli organismi si determinano condizioni per cui o tale passaggio subisce rallentamenti, deviazioni e modificazioni di varia specie, ovvero (come nel regno vegetale) il passaggio si compie in senso inverso addirittura. L'essere vivente così si contrappone al flusso di energia e al corso dei fenomeni inorganici, venendo ad affermare la propria consistenza ed indipendenza.

L'essere vivente è in grado di reagire a certi cangiamenti coi processi di regolazione e di compensazione che o tendono semplicemente alla conservazione del carattere specifico o ad un funzionamento sempre più perfetto. Mentre nel mondo inorganico un sistema può tendere alla stabilità naturalmente per un processo di successiva degradazione, ovvero artificialmente per l'azione esercitata dall'uomo, nel mondo organico, ciascun centro regola l'esplicazione della propria attività in rapporto alle esigenze che possono farsi vive di momento in momento. Ogni forma di attività organica, sia essa di natura energetica, come accade nella pianta, o di natura sensitivo-motrice, come negli animali, è sempre diretta e regolata, non come si può dir diretta e regolata l'attività di una dinamo in rapporto alla struttura della macchina, ma diretta e regolata *in senso autonomo, dall'interesse* dell'organismo.

D'ordinario si dice che la spiegazione dei fatti biologici dev'esser cercata nella storia tanto dell'individuo che della specie. Solo che il metodo storico in tanto può riuscir valido in quanto conduce alla determinazione di certe proprietà, o tendenze originarie caratteristiche della vita; così si può dire che i fatti relativi allo sviluppo e all'ereditarietà conducono ad ammettere certe tendenze o disposizioni (tendenze ad acquistare, a conservare e a trasmettere una certa esperienza, la quale si materializza poi nella struttura) che sono da accettare come dati ultimi, oltre di cui non è possibile andare. Questo dimostra, possiamo aggiungere, che la chimica-fisica per sè non potrà mai fornire una spiegazione adeguata del fatto

dello sviluppo di un organismo, come degli altri fatti caratteristici della vita organica. Ciò che essa può scoprire è che un certo numero di leggi chimiche trovino applicazione nel fatto dello sviluppo; ma i principali problemi relativi ad esso, il grado di sua autonomia, e di sua invariabilità in rapporto all'ambiente, rimangono inaccessibili ad ogni spiegazione fisico-chimica.

Considerando infine la sfera organica nella sua unità, possiamo osservare che ciascuno dei due regni in cui essa si trova divisa (regno vegetale ed animale) comprende le categorie biologiche, quali i tipi, le classi, gli ordini, le famiglie, i generi e le specie, nelle quali è allogabile appunto ciascun individuo vivente. Le categorie accennate forniscono per così dire le coordinate per la determinazione e il riconoscimento delle singole forme viventi. L'ordinamento sistematico, che per tale via è dato agli esseri viventi, vuol rispecchiare le relazioni caratteristiche ed essenziali della loro natura.

III.

I TRE ASPETTI DELL'ESSERE VIVENTE.

1. — La spontaneità.

Nell'essere vivente vogliono esser distinti tre aspetti fondamentali, tre aspetti differenti inscindibili tra loro; *l'attività* o *spontaneità* funzionale, la *forma* e *l'individualità*. I tre aspetti sono costitutivi dell'organismo; sono tre momenti per cui si trova attuata la vita nel mondo. Consideriamo anzitutto la spontaneità. — L'essere vivente non è il resultato dell'azione che su di esso possono esercitare forze estrinseche, ma si determina ad agire in un senso o in un altro per le forze che risiedono in lui. Non già che la condotta dell'essere vivente possa sfuggire alla causalità; ma la causalità che si dispiega in esso vuol essere distinta dalla causalità agente nel mondo inorganico, dalla causalità in cui l'effetto figura trasformazione della causa o in cui l'effetto è equivalente alla causa. Se non è a parlare di contingenza o di libertà nel mondo della vita, non è a parlare nemmeno di persistenza della forza nel senso meccanicistico (come nell'evoluzione spenceriana). L'essere vivente, possiamo dire, è tale, perchè fornito di potenze che, esplicandosi in determinate condizioni, ne assicurano la esistenza. L'organismo non ci si presenta come una specie di *tabula rasa* su cui gli agenti esterni possono produrre *costantemente* certi effetti senza che tali effetti subiscano variazioni per l'efficienza esercitata dall'organismo stesso. Non c'è organismo, per quanto semplice ed elementare, che non sia fornito della capacità di dispiegare certe forme di attività che da una parte non sono frutto dell'esperienza individuale (nel senso che non sono apprese dall'individuo) e dall'altro non sono effetti di cause esterne agenti per una necessità analoga a quella per cui avvengono i cangiamenti fisici. Il fatto della nutrizione, della riproduzione ecc. non sono riducibili senz'altro a fatti di ordine fisico-chimico, tanto è vero

che per il compimento di tali atti e processi propriamente vitali sono richiesti apparecchi, dispositivi, che sono essi stessi manifestazione dell'attività vitale. Le funzioni vitali sono attitudini originarie, determinazioni primarie e fondamentali, « impulsi », che agiscono dal momento che c'è la vita.

Non è necessario fare qui l'enumerazione e la descrizione di tali impulsi primari: a noi basta aver fissato che mercè di essi si manifesta primitivamente quella che diciamo spontaneità vitale. L'impulso ad entrare in possesso di certe sostanze del mondo esterno, che, sottoposte a speciale elaborazione, sono assimilate, mentre i residui divenuti inutili sono eliminati, l'impulso a conservarsi, a difendersi, ad adattarsi e a riprodursi ne offrono esempi luminosi.

Le capacità (funzioni vitali) spesso richiedono, per esplicarsi, la cooperazione di agenti esterni, senza che questi assumano il valore di vere cause. Gli agenti in tal caso ricevono il nome di « stimoli » o « eccitamenti », in quanto *permettono* l'azione delle cause vere. Le cause, essendo momentaneamente arrestate, divengono efficienti mercè la cooperazione degli stimoli. La scintilla non si può dire che sia la vera causa dell'esplosione, ma ne è la condizione eccitatrice nel senso che si è detto; la causa vera è la costituzione della sostanza esplosiva. L'organismo, possiamo dire, si trova in possesso di potenze, le quali non aspettano che l'azione di certi stimoli per esplicarsi. Lo dimostra tra l'altro la sproporzione che si constata tra l'azione dello stimolo e il risultato che si ottiene dal dispiegamento di una certa potenza. E la sproporzione è quantitativa e qualitativa.

I fenomeni di eccitabilità possono dunque essere considerati particolari manifestazioni della spontaneità propria degli esseri viventi. È noto quale importanza abbia la relazione fra eccitamento e reazione (dei tessuti, degli organi) sull'andamento dei fatti vitali. Si può dire che l'attività eccitatrice e regolatrice del sistema nervoso abbia qui il suo fondamento. Non si tratta di relazione causale pura e semplice tra un elemento e l'altro di un sistema, o anche di un'altra relazione qualsiasi, come può essere la trasmissione o la continuazione di un movimento ecc., ma di una relazione peculiare, irreducibile a qualsiasi altra, per cui è liberata una forma di energia o dispiegata una forma di attività, per la quale però dev'essere ammessa esistente la *disposizione*.

Ognuno intende come tra le manifestazioni della spontaneità vitale debbano esser poste parimenti le maniere di comportarsi caratte-

ristiche degli individui di una specie o delle specie di un genere (per esempio, l'escogitazione di particolari mezzi di difesa, di protezione o di offesa e così via). Il fatto stesso delle differenze esistenti tra gli individui di una specie, anche quando gli individui siano nati e cresciuti in condizioni simili o identiche, il fatto delle variazioni spontanee (le variazioni *sport* del Darwin) dimostrano nel modo più chiaro come ogni centro di vita, dal momento che ha avuto origine, si trova per così dire fornito di un particolare grado di *iniziativa*, dimostrano, vogliamo dire, che ogni organismo è in qualche modo principio di azione. È assurdo pensare che le variazioni di comportamento individuale si trovino per così dire prestabilite o *presegnate* nel germe, come è assurdo ammettere che siano effetti di impulsi provenienti dall'esterno. Le differenze individuali sono esse stesse manifestazioni dell'attività dell'organismo. Le variazioni del pari delle altre determinazioni vitali (le determinazioni morfologiche, per esempio) hanno il loro fondamento e la loro sorgente nell'attività propria dell'organismo, di cui costituiscono uno degli aspetti.

Va fatta particolare menzione degl'istinti, che hanno il valore di meccanismi psicofisiologici costruiti dall'attività vitale della specie. È noto come nell'istinto geometrico dell'ape, nella disposizione delle cellule dell'alveare Réaumur volesse vedere quasi la realizzazione da parte dell'ape di un pensiero divino. Io non so se oggi si possa dire qualcosa di più determinato e preciso; certo tutto porta ad escludere la derivazione degli istinti da pure abitudini o da moti psicofisici, fissati per effetto della ripetizione. Se non ha senso considerare un moto riflesso qualsiasi dell'organismo (il riflesso rotuleo, per esempio) un prodotto dell'abitudine, molto meno può aver senso il considerare un qualsiasi istinto come creato dalla pura ripetizione di atti in origine compiuti quasi *con intenzione*. Ormai è ammesso finanche da alcuni lamarckiani che l'intelligenza vera e propria può intervenire nella condotta degli insetti imenotteri solo accidentalmente e secondariamente, affine di rimediare all'impreveduto, ma non può spiegare il comportamento istintivo in ciò che esso presenta di caratteristico, di essenziale e di primitivo (l'unità dei varii momenti dell'azione complessa e l'attuazione di un disegno, per quanto questo non anticipato e non anticipabile dalla mente). Gli istinti e i riflessi, come le varie determinazioni dell'organizzazione, dovettero essere fin dall'origine tali da poter assicurare la vita di un certo organismo nelle condizioni in cui si veniva a trovare. Quel che si

può aggiungere è che, venendo a mutare tali condizioni, l'organismo è in grado di modificare la sua condotta in guisa da potersi adattare alle nuove esigenze; è chiaro che, quando ciò non accada, l'organismo non può non soccombere. L'azione individuale può collaborare, in determinate circostanze, coll'istinto, riparando a certe deficienze, donde le variazioni più o meno numerose che l'atto istintivo può presentare, senza che sia alterata la struttura intima e fondamentale. Per questo rispetto le variazioni organiche, di qualunque ordine sieno, sono paragonabili alle variazioni che possono osservarsi in un tema sinfonico, pur restando esso immutato nei tratti fondamentali.

2. — La forma.

L'organismo, per poter compiere le funzioni che ne esprimono il ritmo vitale, mentre deve trovarsi, come s'è detto, in un peculiare rapporto coll'ambiente, deve avere una determinata forma. Le masse o aggregati di materia inorganica possono bensì assumere in determinate condizioni una certa forma, ma questa è sempre qualcosa di secondario e di derivato dalla costituzione fisico-chimica (cristalli). I corpi inorganici poi possono essere divisi in parti e possono subire modificazioni di vario ordine, e, dato che risultino di combinazioni di elementi più semplici, possono essere scomposti nei loro principii e successivamente possono essere anche ricomposti; non si può dir lo stesso degli organismi. Nell'organismo la forma può esser considerata un riflesso della sua unità.

Distrutta la «forma» (il complesso delle relazioni in cui le diverse parti si trovano fra loro) non c'è più l'organismo; d'altro canto gli elementi materiali possono mutare, ma, purchè permanga la «forma», c'è sempre l'organismo, anzi c'è questo o quell'organismo. Perchè l'essere vivente assuma una determinata forma, è necessario che gli elementi onde risulta si trovino connessi o coordinati in un particolare sistema, che costituisce appunto il *tipo d'organizzazione*. E la forma, lungi dall'esser determinata soltanto dalla natura d'un certo complesso chimico, è determinata anche da tutte le condizioni che possono agire sull'essere organico, che si vien costituendo; la condizione chimica può rappresentare solo uno dei fattori, che concorrono a realizzare una speciale «forma». La forma da tal punto di vista non è che un'altra parola per indicare il *fatto dell'organizzazione*, che è la vita stessa. L'azione individuale (lo sforzo, l'eser-

cizio) non vale a dare origine a una certa forma, come non vale a crear l'essere. L'azione individuale suppone necessariamente l'essere e quindi non può crearlo; l'azione può determinarsi nell'individuo, sempreché questo esista, ed esistere equivale ad assumere una forma: *forma dat esse rei.* Qui è opportuno ricordare che molti dei caratteri, a cui è attribuita dai naturalisti importanza per la distinzione e il riconoscimento degli individui e delle specie, sono sempre riconducibili a determinazioni della forma.

Sicchè l'organismo, pur essendo parte del mondo fisico, per la « forma » che viene assumendo, si trova limitato rispetto all'ambiente materiale che lo circonda, e viene a costituire un'unità che si afferma, per lo meno entro certi limiti, indipendente dal resto. Esso si trova, sì, in rapporto di azione reciproca col mondo esterno, ma ha caratteri propri per cui tende a conservare se stesso, offrendo resistenza a ciò che minaccia di distruggerlo. L'organismo assume l'aspetto di sistema di parti e di funzioni coordinate tra loro affine di assicurare la vita e lo sviluppo della totalità. Il ricambio materiale e, possiamo aggiungere, il complesso dei processi vitali si compiono sempre nell'organismo in quanto esso ha una determinata forma e in quanto questa stessa forma conserva costante, entro certi limiti, trasmettendola anche di generazione in generazione. Alla domanda come mai il chimico, che riesce a formare le combinazioni quali si riscontrano nell'organismo, non riesca poi a trasfondere le proprietà che tali sostanze presentano, divenendo parti costitutive dell'organismo, si può rispondere che i fenomeni della vitalità sono riscontrabili solo quando i composti si trovano in quel complesso di relazioni e in quel ciclo di cangiamenti che è imposto dalla forma propria dell'organismo. I composti chimici, divelti per così dire dal contesto dei fatti e dei processi organici, perdono la prerogativa della vitalità e divengono cosa morta. L'essenza della vita organica non ha riferimento tanto al fatto del ricambio materiale per sè considerato (processi fisico-chimici), quanto alla forma in cui il fatto del ricambio si viene realizzando e da cui continuamente è regolato. La forma dell'organismo da tal punto di vista finisce per avere il significato di una specie particolare di ordinamento degli elementi costitutivi del corpo organico: essa indica in fondo il determinarsi e il persistere di particolari relazioni tra gli elementi costituenti la massa corporea. Ed è vano tentare di spiegare la forma degli organismi (la forma della più semplice cellula), riferendosi alle forze puramente fisiche-chimiche; nulla

vieta di riferirsi ad attitudini ed a principii oltrepassanti i fenomeni puramente fisico-chimici quando queste attitudini e questi principii, che possono servirsi anche dei processi fisico-chimici come di mezzi, valgono soltanto a chiarire certe particolarità della « forma ».

Non è il caso di fermarci sui tentativi fatti per porre la ragione delle forme organiche in certi mutamenti d'ordine fisico (*plasmologia di Herrera, petrocellule di von Schrön, piante di Leduc* ecc.), perchè in tutti i casi si tratta di imitazioni più o meno grossolane con fenomeni producentisi in determinate condizioni nel mondo fisico. L'ameba sta alla goccia schiumosa artificialmente prodotta press'a poco come una persona viva sta a un automa costruito in un'officina meccanica. Le figure di Herrera, di von Schrön, di Leduc possono bensì dimostrare la tendenza comune alle sostanze più diverse a disporsi in modo simile a quello in cui si dispongono certe forme viventi; solo che nessuna delle costruzioni fatte dagli sperimentatori è capace di conservare la propria forma, come appunto avviene degli organismi viventi, attraverso il loro incessante rinnovamento, e nessuna è capace di presentare variazioni nella forma per l'azione, supponiamo di certi stimoli esterni, come parimenti accade per le forme viventi. La fotografia di una scarica elettrica può bene avere l'aspetto di una colonia di idroidi o di briozoarii, e certi depositi elettrolitici possono richiamare alla mente le fini dentellature di una foglia di felce, ma nessuno vorrà ammettere che le due serie di fenomeni dipendano da cause identiche. Del resto non ci sarebbe da meravigliarsi che le forze regolanti la distribuzione di certi elementi nel mondo organico trovino riscontro in quelle agenti nel mondo inorganico: solo che le somiglianze in ordine a configurazione esterna non possono e non debbono far trascurare le differenze esistenti per altri rispetti.

Tra le determinazioni morfologiche vanno comprese, come è facile capire, tutte le strutture che rendono possibile il compimento di certe funzioni caratteristiche della vita. Da tal punto di vista sembra che le determinazioni morfologiche siano senz'altro da considerare un antecedente necessario di quelle funzionali; e invero se noi ci riferiamo agli esseri viventi di organizzazione complessa, è innegabile che l'esistenza degli organi di determinata struttura è condizione per l'esecuzione di certe azioni vitali: i nervi e i muscoli sono indispensabili per l'esecuzione di certi ordini di movimenti; l'epitelio ghiandolare (con tutto ciò che vi è connesso) per la secrezione di

certi prodotti e così via. Ma sarebbe errore pensare che gli organi e in genere le strutture belle e formate, sempre e in tutte le condizioni, preesistano alle funzioni. Da una parte sembra che le determinazioni morfologiche condizionino quelle fisiologiche e dall'altra sembra che certe determinazioni morfologiche traggano origine dal compimento delle funzioni. Il fatto è che, se non è lecito affermare in senso assoluto che la funzione crei l'organo, non è lecito neanche dire che l'organo crei la funzione. Funzione e organo in tesi generale si condizionano a vicenda, sono elementi correlativi o complementari, perchè sono due aspetti di un unico fatto che è il dinamismo vitale. Per ciò stesso che c'è la vita e quindi c'è il complesso delle attività in cui la vita si realizza, ci sono e ci devono essere i mezzi o le condizioni che rendono possibile il compimento delle funzioni. Quella stessa potenza (quello stesso *impulso*) che si estrinseca nel compimento delle funzioni fondamentali si manifesta nella determinazione delle strutture primarie ed elementari. Non già che organo e funzione siano identificabili tra loro, ma l'organo si vien per così dire foggiando per la funzione e la funzione si esplica solo per virtù dell'organo e della struttura. È vano voler comprendere la funzione, prescindendo assolutamente dall'organo, ma è parimenti vano voler comprendere l'organo, prescindendo in modo assoluto dalla funzione. Questo che diciamo va inteso solo in senso generale, perchè non vi ha dubbio che vi sono casi in cui strutture dissimili possono esser chiamate a compiere funzioni analoghe, e viceversa strutture ed organi simili possono passare dal compimento di una certa funzione (o dal compimento di nessuna funzione a noi nota) al compimento di una funzione diversa. In conchiusione, alla domanda circa l'origine delle strutture elementari e primitive non si può rispondere che nella maniera in cui si risponde a quella dell'origine delle primitive funzioni. Del resto l'azione reciproca fra struttura e funzione si osserva in tutta la distesa del mondo organico in guisa che ad ogni progresso strutturale finisce per corrispondere un progresso funzionale senza che si possa parlare di priorità in senso assoluto di una manifestazione dell'attività vitale rispetto all'altra.[1]

[1] Alla necessità di ammettere un sostrato, che sia termine di riferimento dei varii atti funzionali, non si vede come si possa sfuggire. Si dica pure « che il concetto della struttura non vuol essere architettonico, cioè statico, ma chimico-fisico, cioè dinamico » (V. BOTTAZZI, *Biologia causale e biologia descrittiva*, in *Atti dell'Accademia dei Lincei,* 1927), rimane sempre vero che della strut-

Così tutti gli organismi monocellulari ricevono il loro alimento senza che dispongano di organi speciali per la introduzione e l'elaborazione del cibo. Nell'*ameba*, per esempio, l'alimento subisce le trasformazioni necessarie in qualunque punto della massa protoplasmatica esso venga a trovarsi, di dove poi si diffonde in tutto il protoplasma. Nel *Paramecium* le particelle dell'alimento circolano però per vie determinate in guisa che si ha come il primo accenno alla formazione di un canale alimentare. Nelle forme coloniali s'inizia un processo di divisione del lavoro in quanto singole cellule dell'aggregato contribuiscono al sostentamento delle altre cellule (per esempio nel *volvox*). Negli organismi pluricellulari vien fatto di notare la maggiore diversità di strutture in relazione alla diversità degli ufficii che esse son chiamate a compiere.

Comunque, in conseguenza del differenziamento morfologico (e funzionale) dei tessuti, si può osservare il fatto che una molteplicità di elementi morfologici concorrono al conseguimento di un unico scopo come può esser quello della nutrizione. Vi sono cellule che hanno l'ufficio di preparare e di elaborare le sostanze che devono essere

---

tura non si può fare a meno, in qualunque modo essa sia concepita. Alla struttura intesa in senso strettamente morfologico è sostituita la struttura intesa in senso chimico o energetico, ma il riferimento alla struttura è riconosciuto sempre necessario. Non è ammessa sempre l'esistenza di cellule nelle quali si svolgerebbero le operazioni chimiche del metabolismo cellulare: è sempre ammessa però la struttura rappresentata dalla configurazione infinitamente varia delle molecole (proteiche, nucleiniche, lipoidee) costituenti il colloide protoplasmatico, dalla « configurazione di quei gruppi molecolari che possono essere immaginati come ancorati alla massa colloidale omogenea e fluttuante nel liquido con agitazione cinetica indeterminata ». Si è costretti per di più a riconoscere l'influenza caratteristica che il sistema organizzato esercita sulle particelle indicate, con qualunque mezzo l'influenza sia esercitata (gruppi specificamente configurati, enzimi intracellulari ed extracellulari): l'influenza in ogni modo ha per effetto di introdurre ordine nel movimento caotico di molecole estranee, coll'atteggiarne alcune, plasmandole e disponendole in posizione conveniente nel greticcio di una molecola che stia formandosi sopra un modello persistente, e col disporre altre nelle posizioni in cui meglio possono esercitarsi le azioni catalitiche. La massima importanza è così attribuita alla struttura chimica dei componenti la sostanza vivente come alla struttura fisica del sistema colloidale *sui generis* che è il protoplasma. L'aspetto morfologico dell'organizzazione però non si esaurisce e non si può esaurire nella configurazione molecolare descritta, perchè questa si rivela inadeguata per la comprensione dei fatti più complessi (dal punto di vista morfologico e fisiologico). Per tale rispetto è necessario riferirsi a quelle che potremmo dire espressioni secondarie della struttura fisica e chimica, che sono le strutture microscopiche e macroscopiche quali sono ordinariamente ammesse (tessuti, organi, ecc.).

assimilate, e di elaborarle in varie maniere su cui ora non importa insistere, cellule che hanno per compito di trasportarle alle varie parti dell'organismo, e altre infine quello di fare la scelta delle sostanze in rapporto ai bisogni. La specificazione cresce tanto negli organismi più elevati che gli elementi morfologici o le cellule possono compiere soltanto una singola funzione.

Ed ecco che il processo di differenziamento si presenta inseparabile da quello inverso di integrazione o di coordinazione dei varii tessuti ed organi differenziati. Vi è una forma d'integrazione che potremmo dire meccanica, quella cioè per cui i varii ordini di elementi morfologici vengono a trovarsi contigui gli uni agli altri. Tale forma di unione è agevolata dalle cellule connettivali di varia forma: cellule connettivali determinanti lo stroma o il sostegno dei varii organi, cellule connettivali determinanti le fasce, i cordoni tendinei: cellule connettivali profondamente modificate che nella forma di tessuto osseo danno il sostegno a tutto l'organismo ecc. — Un'altra maniera di integrazione è determinata dalla circolazione dei liquidi come la linfa e il sangue, i quali trasportano i materiali nutritivi da un sito all'altro dell'organismo. Per tale rispetto hanno massimamente importanza gli elementi morfologici contenuti nel sangue (corpuscoli). — Vi è una forma d'integrazione che oggi ha acquistato la massima importanza, ed è quella umorale o chimica; le sostanze preparate da alcuni organi (glandole a secrezione interna) sono versate nel sangue, e da esso trasportate anche in organi lontani su cui agiscono poi in varia guisa. — Del resto tutte le forme di correlazione osservabili fra gli organi, che cooperano all'esplicazione di un'unica funzione (organi della riproduzione, organi della digestione ecc.), finiscono per contribuire all'unificazione delle varie parti costituenti l'organismo. — Vuol esser fatta particolare menzione infine dell'azione integrativa del sistema nervoso che è essenzialmente eccitativa e regolativa. Essa si esplica per mezzo di linee di conduzione stabili, fisse, lungo le quali passano onde stimolatrici, propagantisi da un punto all'altro dell'organismo. Tale forma d'integrazione si riscontra negli animali, non nelle piante, nelle quali essa è sostituita dai ponti protoplasmatici, esistenti tra le cellule viventi.

Come si vede, i due processi di differenziazione e d'integrazione dei tessuti e degli organi vengono a costituire uno dei più importanti aspetti di quella che è detta organizzazione. Non c'è organizzazione senza diversificazione (divisione del lavoro) da un lato e

coordinazione, regolazione (e subordinazione) dall'altro. Così mediante il processo di differenziamento si possono stabilire i meccanismi agenti con sufficiente precisione da poter distribuire materia ed energia in conformità delle esigenze dei varii organi ed apparecchi, allontanando contemporaneamente i prodotti di rifiuto. Tutti i processi fisico-chimici, che hanno luogo nell'organismo ogni volta che questo compie qualcuna delle sue principali funzioni, sembra che in niente si distinguano dai processi fisico-chimici che si producono al di fuori di esso; solo che nell'organismo vi è il concorso di particolari condizioni strutturali. Le strutture in generale compiono nell'organismo ufficio analogo a quello che la costituzione di qualsiasi macchina ha per il compimento d'un certo lavoro. Sarebbe assurdo però voler identificare la costituzione della macchina col lavoro che essa compie; ed alla stessa maniera che la macchina non crea materia od energia, ma solo l'una e l'altra trasforma e utilizza, così la struttura, seguendo le leggi fisiche in generale e quelle energetiche in modo particolare, contribuisce all'esplicazione delle specie di attività caratteristiche della vita. Solo che, mentre la macchina è opera dell'uomo (la stessa funzione è determinata dall'uomo), la struttura e insieme la funzione organica si trasformano, si evolvono per la forza insita nell'organismo.

Uno dei fatti più notevoli, anzi sorprendenti, che si osservano nel mondo dei viventi, è la molteplicità delle forme. Noi ora non intendiamo di richiamare tanto l'attenzione sulle varie specie di correlazione, di coordinazione, di armonia, constatabili nel mondo organico (basta a tal proposito ricordare la correlazione esistente tra vegetali ed animali, o tra singole specie animali e forme vegetali), quanto sulla molteplicità dei tipi di organizzazione. Non si può parlare di un piano unico di organizzazione, ma di piani diversi, non di un solo tipo, ma di tipi molteplici, quasi potremmo dire di stili diversi in cui la vita è organizzata. L'unità vivente elementare è sempre la cellula, ma questa, secondo che entra a far parte di uno o di un altro tipo di organizzazione, assurge ad un significato differente. Di fronte agli organismi monocellulari si trovano così gli organismi pluricellulari, risultanti di un numero maggiore o minore di cellule. Donde la *teoria polizoica o cellulare*, per cui i diversi tipi di organizzazione constatabili nel mondo organico non sarebbero che ag-

gruppamenti diversi di *zooniti*; aggruppamenti in una serie unica, aggruppamenti in due serie alterne o simmetriche, aggruppamenti a raggiera intorno ad un centro. Quel che massimamente importa osservare è che i zooniti, dando origine ad unità più elevate, vogliamo dire assumendo il significato di «organi», subiscono modificazioni di varia specie a seconda degli ufficii diversi a cui son chiamati.

Ora è un fatto che tutti gli organismi risultano di cellule che o vivono isolate — e sono il minor numero — o vivono variamente aggruppate tra loro: è parimenti un fatto che tutti i tessuti e quindi gli organi degli organismi più complicati possono esser considerati composti di cellule; ed è infine un fatto che gli organismi pluricellulari hanno origine in determinate condizioni da una cellula. Ma possiamo dire che tutti questi fatti diano un fondamento saldo alla dottrina cellulare o polizoica, com'è da taluni intesa? Intanto non bisogna mai perdere di vista la diversità delle forme di organizzazione; non si può dire che l'organizzazione si trovi realizzata in una sola maniera, o in maniere svolgentisi secondo una sola linea l'una dall'altra. Quando si pensa che le stesse forme unicellulari hanno composizione strutturale profondamente differente, non si vede come possa essere ammessa un'unità di composizione in tutti gli esseri viventi. Tutti gli organismi, l'abbiamo veduto, risultano di cellule, ma tali cellule presentano notevoli differenze fra loro e per dippiù si trovano ordinate secondo piani del tutto differenti. Ora si tratta di spiegare appunto i due fatti in cui in fondo s'assommano gli altri: 1) come abbiano origine le differenze esistenti tra le cellule, e 2) come si determinino i diversi ordini di aggregazione delle cellule da cui poi risultano gli apparecchi, gli organi e i tessuti.

I tessuti e quindi gli organi, si dice, possono esser considerati risultanti da trasformazioni di cellule, ma donde tali trasformazioni? Non certo dal semplice rapporto di contiguità esistente fra gli elementi cellulari che successivamente si sono andati aggiungendo gli uni agli altri. Certo da una cellula si genera un'altra cellula, ma non si vede perchè in alcuni casi ciascuna cellula generata ha vita libera e indipendente, mentre in altri casi rimane connessa con la cellula madre, e molto meno si vede come e perchè la connessione determinatasi tra le cellule successivamente prodotte dia luogo ad un processo di differenziazione o di divisione del lavoro e quindi di solidarietà, mirante alla vita del tutto. E il tutto, si noti, non preesiste

(perchè è il tutto che si intende di spiegare con la storia), ma si va costruendo col processo di scissione da una parte e con quello di unificazione dall'altra.

Non vi ha dubbio che gli organismi pluricellulari abbiano origine da una sola cellula; ma, come è arbitrario attribuire, in tutti i casi di sviluppo, una natura identica alla cellula originaria, così è arbitrario attribuire lo stesso significato alla provenienza del complesso cellulare dalla cellula unica originaria. Certo si può parlare sempre di un *impulso vitale,* ma tale impulso non può non avere natura e valore differente nelle varie circostanze; ed è di tale diversità che si deve tener conto, per poter assurgere ad una spiegazione dei varii tipi di organizzazione. È l'impulso vitale che determina la connessione delle varie cellule, come è lo stesso impulso che determina la forma diversa di connessione e insieme il punto in cui la connessione finisce per arrestarsi.

Gli organismi pluricellulari complessi hanno tutti una determinata organizzazione in quanto risultano di apparecchi, organi, tessuti, ecc.; ma la spiegazione di tale organizzazione non si può trovare nel fatto che tutte risultano di cellule, come la spiegazione delle diverse parole di una lingua non si trova nel fatto che tutte risultano di determinati suoni (di consonanti e di vocali). Già anche gli organismi monocellulari (come si è veduto) hanno una determinata organizzazione, ed è vano mettere in rapporto tale organizzazione col complesso degli elementi onde la cellula risulta. L'organizzazione degli esseri viventi pluricellulari presenta poi particolarità che non sono spiegabili, riferendosi alla aggregazione cellulare intesa in senso meccanico; ciò che si tratta di spiegare non è tanto il semplice fatto dell'unione o della composizione, ma è il modo o i modi in cui gli *elementi* si trovano uniti. Nessuno può negare che ciascun organismo forma un'*unità* o una *totalità*, ma è tale unità o totalità o sistema che deve essere interpretato. Poichè l'unità non può essere considerata come determinantesi per effetto della connessione che si stabilisce fra le cellule a misura che queste vengono generandosi, deve essere considerata come ragione del complesso cellulare e quindi come anteriore ad esso; le modificazioni cui vanno soggetti i complessi cellulari si spiegano benissimo quando siano considerate qualcosa di secondario rispetto all'unità originaria e fondamentale, solo che tale unità deve esser considerata unità d'impulso e non già unità di sostanza.

Si può aggiungere che nell'evoluzione organica due vie furono seguite: l'*ingrandimento* della cellula originaria mediante la moltiplicazione dei nuclei, e l'*associazione* di più cellule. Per la prima via si ebbero tra l'altro i così detti *plasmodi* costituenti un brevissimo ramo dell'albero genealogico dei viventi (i *mixomiceti* e le *alghe unicellulari* macroscopiche, quali la *Caulerpa,* formata in tutta la sua grandezza, che giunge a dimensioni notevoli, da una sola cellula gigantesca). Mediante l'altro procedimento dell'associazione, le specie viventi toccarono i gradi più eccelsi della scala. La natura — questo è da tener presente —, mentre ci mostra varietà e ricchezza di tipi di organizzazione, tende ad assicurare sempre il maggior grado di coesione possibile tra gli elementi componenti, contemperando le esigenze dell'unità e della solidarietà con quelle del differenziamento istologico e della specificità funzionale. L'organismo, quanto più diviene complesso, tanto più si rivela *uno.* Lungi dal ridursi ad un aggregato di cellule, contiene esso solo la ragione della composizione, qualunque questa sia.

Da tal punto di vista la concezione del Le Dantec dell'unità e irreducibilità di ciascuna individualità organica esprime un aspetto non trascurabile della realtà. Solo si tratta di vedere se il fondamento della unità sia da porre nella semplice costituzione chimica dell'organismo singolo, ovvero in qualcosa di differente; ma non v'ha dubbio che attraverso le differenze esistenti tra organi, tessuti, ecc., operi un'unità che oltrepassa le connessioni di ordine meccanico, o, comunque, estrinseco. Da un esame accurato dei fatti risulta che, se in alcuni casi è possibile constatare la separabilità degli elementi di un organismo, vi sono molti fatti che contraddicono al concetto della composizione intesa in forma rigida e meccanica. L'organismo differenziato risulta bensì di numerose cellule, ma queste non si trovano semplicemente contigue le une alle altre, bensì connesse più o meno intimamente tra loro.

Comunque, è certo che l'origine dell'organismo pluricellulare rappresenta una delle più importanti novità che siano apparse nel mondo biologico: una delle *crisi* che il processo di evoluzione cosmica ci presenta. Vi è qualche ipotesi che a tal riguardo è assolutamente da scartare: quella, per esempio, dell'*adattamento indiretto.* Il fatto che esistono anche ora organismi monocellulari accanto a quelli pluricellulari induce a respingere ogni ipotesi che tenda a derivare gli organismi pluricellulari da quelli monocellulari per *sele-*

zione naturale. Questo solo è lecito affermare, che gli organismi pluricellulari sono più *perfetti* dei monocellulari in quanto possono vivere *di più e meglio*. Il progresso evolutivo degli organismi si rivela dipendente da determinate strutture. Ma perchè la *perfezione* vuole essere realizzata? Perchè vuol esser considerata una necessità il progresso evolutivo degli esseri? La domanda non può avere qui una risposta soddisfacente. *Non est hic locus.*

3. — L'INDIVIDUALITÀ.

Non c'è essere vivente che non assuma o non tenda ad assumere i caratteri dell'*individualità*. L'organismo in quanto centro di rannodamento di molteplici azioni funzionali, che hanno sempre riferimento al tutto, e in quanto sistema relativamente *perfetto* e indipendente (in riguardo agli altri esseri ed obbietti dell'universo) è *individuo*. E si capisce come in tutta la distesa del mondo organico presenti forme e gradi diversi; esso implica bensì sempre unificazione e riferimento ad un centro comune, ma entrambi i processi dell'unificazione e della centralizzazione possono compiersi in modi differenti e con risultati del pari differenti. La vita si attua negl'individui e per gl'individui, ma l'individuo assume forme diverse in rapporto alle circostanze in cui si attua.

Volendo approfondire il concetto d'unificazione e di centralizzazione, si è creduto di poterlo risolvere in un processo di *composizione*, identificando l'organizzazione e la struttura con la pura aggregazione; ma si è veduto disopra che la composizione esprime una relazione del tutto estrinseca, e non può dar ragione delle note dell'organizzazione in ciò che questa ha di caratteristico e di essenziale, senza dire che essa implica limiti — un limite massimo e un limite minimo —, i quali escludono le note essenziali del fatto della vita. Il limite minimo conduce al semplice e all'inattivo che sono negazione della vita, come noi la conosciamo: il limite massimo conduce all'identificazione dell'individuo col tutto che si trova in antitesi con uno dei caratteri fondamentali della vita stessa, qual'è la relazione biologica del centro di vita coll'ambiente.

Nella determinazione del concetto d'individualità organica si può muovere dalla constatazione di un fatto molto semplice e comune, dal fatto che la vita ci si presenta realizzata sempre nella forma di sistemi *relativamente chiusi*, nella forma di sistemi capaci di affer-

marsi e di conservarsi con opportune reazioni, e di descrivere cicli di accrescimento e di sviluppo ripetentisi con un ritmo determinato. Certo anche nel mondo non vivente riscontriamo forme di individualità; ma le unità organiche, oltre che presentano coordinazione di elementi eterogenei per il conseguimento di certi resultati, e continuità nel senso spaziale e temporale, agiscono in modo che l'unità del sistema sia mantenuta e con processi speciali d'ordinario ristabilita ogni volta che sia stata danneggiata od alterata. Nessuno dubita dell'applicabilità della nozione d'individuo a questo o a quel mammifero, a questo o a quell'albero, come può essere una quercia, un pino ecc. Tali organismi mentre risultano di parti e di funzioni molteplici coordinate in guisa da poter mirare ad un unico scopo, che è in fondo la conservazione e lo sviluppo del sistema costituente l'organismo, si trovano in relazione con determinate condizioni dell'ambiente. Mentre si rivelano, sia pure in gradi diversi ed entro certi limiti, sistemi chiusi ed indipendenti, subiscono le azioni provenienti dall'esterno e reagiscono ad esse.

Senonchè coll'estendersi e coll'approfondirsi delle conoscenze biologiche sorsero dubbi circa la legittimità della primitiva determinazione del concetto d'individualità. L'individuo, era stato detto, è un tutto, un sistema, lasciando indeterminata l'origine e la composizione di esso. Un organismo formatosi, supponiamo, per gemmazione da un altro organismo passa per gradi dallo stato in cui è parte dell'altro organismo allo stato in cui assume il valore di organismo indipendente — più o meno simile a quello da cui è derivato —; ed ecco che sorgeva il dubbio circa il momento in cui è lecito parlare di un nuovo individuo: parrebbe che a rigore si possa parlare della formazione del nuovo individuo solo dal momento che esso si presenti staccato da quello originario; solo che in conseguenza dovrebbe essere negato il carattere dell'individualità a tutti gli organismi che, pur producendosi in maniera analoga, conservano permanentemente un legame con l'organismo d'origine. Sorgono però sempre nuove difficoltà. Non si sa, per esempio, se si possa parlare d'individuo nel caso del cosiddetto *eptocotilo*, o *braccio della seppia*, che, subìto uno sviluppo speciale, si stacca per vivere di vita indipendente. Ma anche quando si prescinda dalla considerazione del modo di generarsi e di prodursi di determinate forme viventi, e si fermi l'attenzione su queste come si trovano costituite in un certo momento, vi sono casi in cui rimane il dubbio se un certo sistema or-

ganico costituisca un'unità reale, ovvero una molteplicità *aggregativa*, tanto che si fu costretti a distinguere *ordini diversi* di individualità (individualità di prim'ordine in cui l'unità è ritenuta evidente, individualità di second'ordine in cui si constatano speciali combinazioni di unità semplici o elementari, individualità di terz'ordine, in cui sono dimostrabili combinazioni più complesse).

In ogni modo quel che risulta da un esame accurato dei fatti è che la sostanza vivente si presenta sempre limitata in peculiari maniere, ond'essa da un canto ha una specie di continuità (nello spazio e nel tempo) e dall'altro gode di un certo grado di indipendenza rispetto al mondo esterno. Non sembra pertanto giustificato alcun dubbio circa il valore obbiettivo dell'individualità quando questa è intesa nel senso indicato. Essa in fondo rispecchierebbe un aspetto che la sostanza vivente non può non assumere, dispiegando le forme diverse della sua attività. La ricerca può volgere solo intorno ai gradi e alle forme che l'individualità può presentare nel mondo organico.[1]

---

[1] Quando, supponiamo, da un certo organismo, e sia un polipo, si vengono formando per gemmazione giovani polipi, i quali dopo avere acquistato bocca e tentacoli, ed avere interrotta la comunione del loro stomaco con quello del polipo primario, finiscono per rivelarsi del tutto indipendenti, non vi può esser dubbio sull'esistenza d'individui distinti. Quando invece accada (*idrozoari composti* affini ai polipi) che i giovani polipi rimangano attaccati permanentemente al polipo originario, si va determinando una forma speciale di aggregazione arborescente, avente un canale alimentare comune nel quale si va ad aprire la cavità digestiva di ogni singolo polipo. In un caso di tal fatta, non sembra possibile considerare senz'altro come individui distinti i piccoli sacchi, provvisti di bocca e di tentacoli, che successivamente si sono andati formando, come d'altra parte non sembra che possa essere considerato come individuo il polipaio tutto quanto, che in fondo risulta per molti rispetti come un *compositum*. Quando poi il caso si complica ancora nel senso che alcune delle gemmazioni, invece di assumere la conformazione ordinaria, vengono a trasformarsi in capsule, nelle quali si sviluppano delle uova, e quando per dippiù alcuni polipi non solo dipendono da tutto l'aggregato per la loro nutrizione, ma compiono funzioni che servono alla comunità, risulta chiaro che l'individualità dei membri è almeno in parte assorbita nell'individualià del gruppo. In altri organismi appartenenti allo stesso ordine è ancora più chiaro il passaggio dall' individualità semplice all' individualità complessa, perchè si osserva la trasformazione di uno o più membri del polipaio in un apparecchio natatorio, che, contraendosi ritmicamente, si spinge nell'acqua, e trae seco il polipaio. In forme più differenziate si constata l' esistenza di organi diversi, mediante sempre la metamorfosi delle parti omologhe dei polipi singoli; l'individualità dell'aggregato si accentua tanto da oscurare quella dei singoli componenti. Gli esempi si potrebbero moltiplicare, e tutti starebbero a dimostrare che il processo di composizione e di differenziazione ha per risul-

Non è identica la forma di composizione nelle diverse specie di organismi, perchè differenti sono le leggi secondo cui si stabiliscono, si conservano e si modificano i rapporti tra gli elementi costitutivi. Tutti i progressi della morfologia, dell'embriologia, della zoologia sperimentale dimostrano appunto la varietà dei mezzi adottati dalla natura, affine di assicurare un maggior grado di vita al tutto organico. Così è impossibile negare che gruppi come i coralli, le idroattinie, i sonofori, risultino dall'aggregazione di unità elementari (zoidi). Sono spesso facilmente constatabili le somiglianze tra gli zoidi componenti le colonie e le forme affini esistenti allo stato libero. Le unità complesse, questo si può aggiungere, appena hanno acquistato un certo grado di consistenza, divengono tanto efficienti da subordinare a sè, regolandole, le azioni degli elementi componenti. Tutte le discussioni che si fanno sul significato equivoco della nozione di individuo derivano in fondo da questo, che si trascura il fatto che l'individualità organica è «formazione», e che, come tutte le formazioni organiche, può presentare continuità nel suo sviluppo e gradi di compiutezza nell'unificazione, nella coordinazione ecc.

Vi è stato chi ha creduto di poter estendere tanto il significato dell'individualità per associazione, da comprendervi anche le società animali in cui si constata una divisione del lavoro e di uffici, imposta dalla natura (istinto); tali le società delle api, delle formiche, delle vespe. In tali casi manca il carattere dell'unità continua del tutto

---

tato ultimo la determinazione di un'individualità di ordine elevato nella quale le individualità di ordine inferiore vengono a essere come assorbite. I componenti dell'aggregato assumono il significato di puri organi.

Importa notare che spesso è difficile o addirittura impossibile fissare il punto in cui le individualità inferiori sono effettivamente scomparse e quelle superiori hanno avuto inizio. Così accanto alle salpe solitarie di 6 o 7 cm. di lunghezza (tunicati viventi nel mare, di organizzazione affine a quella dei vertebrati) ne furono osservate altre risultanti dall'unione di 10 e financhè di 20 unità primitive formanti catene. Tali catene sembra che si siano venute formando per un processo di gemmazione dalla salpa solitaria. Si può parlare, in tal caso, di salpe solitarie o di salpe associate: solo che bisogna aggiungere che le associate hanno subito tali modificazioni per effetto dell'associazione, da assumere il valore di organi del complesso vitale che ne è derivato. E tale complesso in un certo momento presenta anche il fenomeno particolare della riproduzione sessuale (per mezzo di uova), vale a dire il fenomeno analogo a quello che si riscontra nel ciclo di sviluppo di altri animali, delle meduse, per esempio. In casi di tal fatta si ha la costituzione di forme diverse d'individualità per mezzo dei due processi dell'associazione e della differenziazione o specializzazione degli elementi associati.

organico, ciascuno degli organismi è centro delle funzioni caratteristiche della vita (quando si prescinda dalla riproduzione). Si può certo parlare anche in tali casi di una forma di individualità, ma si deve sempre intendere di una forma peculiare di individualità da mantener distinta dalle altre.

Le società animali, come del resto anche le specie, per la loro estensione nello spazio e nel tempo, possono esser considerate come totalità, ma sono totalità di ordine superiore in quanto presuppongono un altro ordine di individualità, risultando esse da speciali relazioni esistenti tra le ultime (relazioni di *non continuità*). Nel mondo organico — questo giova tener presente — esistono molteplici relazioni tra le unità elementari; e, solo tenendo conto delle differenze esistenti tra le varie relazioni, è possibile assurgere ad una definizione adeguata dell'individualità. A rigore si deve parlare d'individualità solo nel caso in cui non solo c'è unificazione delle unità elementari, ma assorbimento di queste in un'unità superiore che sia in grado di esplicare le funzioni caratteristiche della vita: sta in questo il carattere precipuo dell'individuo rispetto alla specie, alla società ecc. Queste possono esser considerate anche forme d'individualità, in quanto presentano anch'esse una forma di unità e di solidarietà, solo che in tal caso l' unità e la solidarietà sono sostanzialmente differenti da quelle che sono constatabili nell'essere vivente singolo. Solo per un processo di estensione analogica è lecito parlare dell'individualità di una specie, di una società ecc. Forse non è esagerato affermare che la nozione d'individuo nel mondo organico posta in confronto con le nozioni di specie, di società, di colonia finisce per acquistar maggior rilievo e per assurgere ad un maggior significato.

Non v'ha dubbio che la conoscenza delle relazioni esistenti tra gli individui viventi può avere la massima importanza per la determinazione degli stessi individui; ma ciò non vuol dire che essi per questo possano assumere sempre l'ufficio di puri *mezzi* od *organi* dell'individualità superiore risultante dal complesso delle relazioni a cui s'accenna. I centri singoli di vita non cessano di aver valore anche per sè presi. L'accrescimento e lo sviluppo della vita si compie per mezzo delle due vie, che del resto non s'escludono affatto; per mezzo della costituzione delle individualità singole e per mezzo della determinazione e complicazione dei legami tra le stesse individualità.

Vi ha chi comprende tra i modi di composizione delle indivi-

dualità organiche anche i casi di *simbiosi*, in cui individui appartenenti a specie diverse possono trovarsi congiunti in modo da rappresentare una nuova unità organica. Gli esseri congiunti, aiutandosi reciprocamente, si distribuiscono gli uffici, potendo anche supplire ciascuno alle deficienze dell'altro. Molti casi di simbiosi si potrebbero citare tanto nel regno animale che in quello vegetale, ma non credo che sia necessario insistere, perchè nella simbiosi in fondo si ha il collegamento, più o meno stretto, di due individui, i quali non cessano di esser due, pur completandosi a vicenda per molti rispetti. Per quanto gli individui appaiano strettamente congiunti, ciascuno può compiere il ciclo delle proprie funzioni vitali in modo distinto.

È stato poi allargato tanto il concetto dell'individualità da comprendervi qualunque associazione di esseri viventi compienti uffici diversi e integrantisi a vicenda. Così la correlazione morfologica e funzionale, che si trova stabilita tra i fiori di certe piante, per esempio quelli della zucca, e certi insetti del genere Pronuba, sarebbe base sufficiente per la costituzione di una speciale individualità. Financo la coordinazione esistente tra i due regni, quello dei vegetali e quello degli animali, starebbe ad indicare come tutta la vita ha il valore di un sistema individuale, tendente a superare gli angusti limiti dello spazio e del tempo.

È facile osservare come la nozione d'individualità, così estesa, finisce per perdere ogni determinatezza di contenuto, essendo identificata con qualsiasi forma di « corrispondenza » e d'interdipendenza. Essa così perde ogni significato per la conoscenza precisa dei fatti biologici. Non è a parlare di individuo dal punto di vista organico quando esso, una volta costituito, non assuma il valore di centro reale delle differenti forme di attività organica localizzabili nello spazio e nel tempo. Vi sono certo processi differenti di formazione delle individualità, ma queste, una volta costituite, divengono sempre tanto efficienti da dirigere e subordinare a sè le azioni degli elementi componenti.

IV.

I FONDAMENTALI MODI DI COMPORTAMENTO DELL' ESSERE VIVENTE.

1. — L'ATTIVITÀ ECCITO-MOTRICE.

Non è facile determinare esattamente la natura della capacità di rispondere con determinati mutamenti (per lo più movimenti) all'azione di certe cause esterne o interne che siano. Quel che è certo è che tale capacità si riscontra in tutte le forme viventi dalle più semplici alle più complesse. Stimolo ed eccitabilità, in fondo, sembra che siano termini correlativi. Non si può parlare di attività della sostanza vivente, se non riferendosi all'azione che su di essa esercitano i cosiddetti stimoli, e gli stimoli attingono il loro significato dalla peculiare relazione in cui si trovano con la sostanza vivente, producendo determinati effetti. Da tal punto di vista essi figurano come condizioni o parti delle cause determinanti i cangiamenti vitali. Solo che la causa vera vuole esser cercata nella costituzione della sostanza su cui appunto agiscono gli stimoli; costituzione della sostanza che si suppone indipendente dall'azione degli stimoli. È fatta distinzione da alcuni tra stimoli intrinseci e stimoli estrinseci. Il comportamento degli organismi sarebbe determinato almeno in parte da eccitamenti provenienti dallo stesso organismo, preso nella sua unità e totalità; per tale rispetto si può parlare di stimoli intrinseci. Di contro agli stimoli intrinseci sono posti poi quelli estrinseci che contribuirebbero dall'esterno alla determinazione di certi effetti.

Fermando ora l'attenzione sull'azione esercitata dagli eccitamenti in generale, diremo che ogni processo vitale subisce variazioni in rapporto alla durata, alla qualità, alla forza degli stimoli. A tal proposito può essere ricordato che i fatti vitali divengono possibili solo dopo che gli stimoli hanno raggiunto un certo grado d'intensità, tanto che nei varii casi si può distinguere un *minimum*, un *maximum*

ed un *optimum*. L'azione di ciascuno stimolo poi viene a subire alterazioni per l'azione esercitata da altri stimoli, si esplichi questa successivamente o simultaneamente.

Nelle forme viventi più semplici il protoplasma che riceve lo stimolo è quello stesso che reagisce, mentre nelle forme complesse si trovano distinti gli elementi che ricevono l'azione degli stimoli da quelli che ad essa rispondono. Gli animali poi analizzano spesso gli stimoli che i vegetali accolgono nella loro totalità; questo perchè gli uni sono in possesso di mezzi di differenziazione di cui gli altri sono sforniti.

La reazione all'eccitabilità non può non esser differente secondo che è provocata in uno o in un altro elemento vitale; la reazione del protoplasma di una cellula glandolare non può essere identica a quella di una cellula o fibra nervosa o a quella di una fibra muscolare, e così via. La reazione da un certo punto di vista viene a coincidere con la attività specifica e caratteristica dell'elemento vivente. Spesso la eccitabilità per sè non è constatabile perchè non è isolabile; questo diviene facile solo dopo che essa è divenuta proprietà di un tessuto differenziato e specifico qual'è il tessuto nervoso. È appunto per mezzo del sistema nervoso che qualsiasi stimolazione proveniente dall'esterno dell'organismo può agire su tutti gli altri organi e tessuti, provocando, s'intende, secondo i casi, reazioni differenti. Il movimento poi figura la forma di reazione più comune e diffusa.

È necessario distinguere il movimento che potremmo dire inerente alla sostanza vivente e il movimento che si manifesta con lo spostamento da un sito all'altro dell'ambiente (movimento di locomozione). Il movimento compiuto dal citoplasma entro i limiti della cellula compie due uffici, quello di agevolare il contatto di ogni parte del citoplasma coll'alimento, e quello di render possibile sull'alimento stesso l'azione degli enzimi contenuti nella cellula. Tale movimento si può osservare con facilità in alcune cellule vegetali.

In alcuni organismi monocellulari, nell' ameba, per esempio, alla circolazione del protoplasma descritta, si aggiunge una particolare forma di locomozione, che è appunto indicata col nome di *movimento ameboide*: la cellula, emettendo prolungamenti, viene come a distendersi e a trasferirsi da un sito all'altro. Il movimento di scorrimento con pseudopodi si riscontra, oltrechè nell'ameba, nei leucociti, nelle cellule glandolari ecc. Vi sono altre forme di movimento, che rappresentano anch'esse maniere di reagire a particolari stimoli:

tali i movimenti delle varie specie di *ciglia vibratili* e quelli dei così detti *flagelli*, che si riscontrano frequentemente nei vegetali e negli animali.

Nella più parte degli animali sono constatabili i movimenti di locomozione della maggiore importanza per la ricerca del cibo, e per la difesa o l'offesa. Si capisce come si noti la maggior varietà e specializzazione per tale riguardo negli organi (conformazione degli arti, come si osservano nei mammiferi e negli artropodi, costituzione delle ali come negli uccelli e negli insetti ecc.). Negli animali sedentari, nei zoofiti, in certe specie di molluschi e nelle piante è da aspettarsi che, dato il loro tenore di vita, manchino veri e propri organi locomotori.

L'esecuzione dei movimenti, soprattutto di quelli complicati, esige poi un apparecchio di coordinazione e di regolazione, il quale si trova nel sistema nervoso.

Possiamo notare qui che l'eccitabilità o l'*irritabilità*, propria di tutta la sostanza vivente, assume il valore di funzione speciale del sistema nervoso, in quanto esso mira a soddisfare il bisogno che le singole parti hanno di essere eccitate da peculiari agenti cosmici od organici. L'azione degli stimoli su determinati punti della superficie periferica dell'organismo, la trasmissione dell'azione fino ai centri sono uffici precipui di tutta la struttura del sistema nervoso. Una modificazione, prodottasi in un certo sito, si può riflettere su altri organi, provocando reazioni, secondo i casi, differenti: reazioni motrici, secretive e anche trofiche.

E qui si può osservare come con la capacità sensitivo-reattiva si trovi intimamente connesso il fenomeno della *centralizzazione* dell'essere vivente. Da una parte c'è l'attitudine a rispondere in maniere particolari all'azione dei varii stimoli, e dall'altra, mediante tale attitudine, l'organismo realizza e insieme rivela la sua unità, assumendo un determinato atteggiamento di fronte all'ambiente esterno. La connessione della parte recettiva con quella reattiva non può non contribuire alla centralizzazione.

Mediante l'eccitabilità, fra l'esterno e l'organismo si viene a stabilire una specie di comunione che può esser l'inizio di processi molteplici più o meno complicati. Non vi è funzione biologica che non implichi o che non abbia il suo principio in una determinazione dell'eccitabilità. Da un certo punto di vista si può dire che l'eccitabilità viene a identificarsi con la vita. L'essere vivente è tale

in quanto è suscettibile di subire certi eccitamenti e di agire in conformità di essi. Ci sembra del tutto vano ogni tentativo rivolto a ricondurre l'eccitabilità a una qualsiasi altra proprietà della sostanza vivente. L'eccitabilità è un *prius* nel senso che ogni sistema, che fisicamente, chimicamente, morfologicamente presenti certe note, è capace di comportarsi in una certa maniera in seguito all'azione di certi stimoli. Non si può aver la pretesa di spiegare l'eccitabilità, ma si può solo mostrare la coesistenza di essa con un complesso di condizioni.

Noi spesso non riusciamo a giudicare del grado di eccitabilità che riferendoci al comportamento generale e quindi agli atti che compie un certo essere organico, ma tali atti possono ben essere manifestazioni esterne di modificazioni, che direttamente si sottraggono all'osservazione. Senza fermarsi a considerare le differenti forme che può venire assumendo l'eccitabilità nei diversi organismi, importa tener presente che essa figura sempre espressione della costituzione di un'individualità. Essa non accoglie soltanto l'azione proveniente dal di fuori, ma questa modifica e trasforma variamente, provocando un'azione corrispondente. E tale azione, si noti, è compiuta sempre nell'interesse e per l'interesse del sistema da cui si irradia. Tutti gli atti o i movimenti provocati dall'eccitabilità, mentre depongono per l'esistenza di un centro di vita, contribuiscono al rafforzamento di esso.

2. — La memoria organica.

Dopo aver parlato dell'eccitabilità o capacità sensitivo-reattiva, si deve far menzione della così detta *memoria organica*. La sostanza vivente non solo è modificata dall'azione di determinati stimoli esterni e opportunamente reagisce, ma ha l'attitudine « a conservare le tracce » delle modificazioni subìte, onde poi queste possono essere accumulate e utilizzate. In che propriamente consistano le tracce o disposizioni che permangono, non è facile, nè possibile, dire. Si può solo ricorrere a similitudini, o alla costruzione di « modelli », che si rivelano però sempre inadeguati e insufficienti. In ogni modo le « tracce » devono essere concepite soprattutto di natura « dinamica » (*disposizioni*) e di esse è possibile ammettere l'esistenza in determinate condizioni, riferendosi solo agli effetti che producono. Un movimento o una serie più o meno complicata di movimenti, una volta che è stata

compiuta, non lascia immutati gli organi e i tessuti, ma li accresce quasi, potremmo dire, di un nuovo potere, tanto che gli stessi movimenti, dovendo esser ripetuti, sono ripetuti più agevolmente, più celermente, con maggior precisione, esattezza e regolarità. È certo che le strutture devono in qualche modo rimanere modificate. Se anche non è possibile constatare mediante l'osservazione diretta le modificazioni a cui s'accenna, esse devono essere ammesse, perchè, solo ammettendole, è possibile dar ragione dei caratteri propri dell'azione ripetuta. Ora quel che si constata nel fatto del movimento si constata, in gradi diversi, in tutte le funzioni e in tutti gli atti dell'organismo. La legge dell'abitudine (e dell'esercizio), cui sottostanno le diverse forme di attività organica, è riconducibile con la maggior facilità alla proprietà generale ed elementare della sostanza vivente, della quale stiamo discorrendo.

È merito dell'Hering avere enunciato, nella sua conferenza tenuta nel 1870 all'Accademia di Vienna col titolo « *Ueber das Gedächtniss als eine allgemeine Funktion der organischen Materie* », la tesi che nella sostanza vivente dev'essere ammessa l'esistenza di una proprietà generale ed elementare analoga alla capacità mnemonica. In sostanza l'Hering ha un duplice merito, quello di avere indicato l'esistenza di una tale proprietà e quello di essersi reso conto della fecondità del principio da lui enunciato. Certo la caratterizzazione della proprietà biologica di cui si tratta, come « memoria », può sembrare non felice, data la complessità della funzione psichica, detta memoria, ma ciò non toglie che è da ammettere veramente nella sostanza vivente un'attitudine o capacità, che richiama alla mente uno dei momenti costitutivi della vera e propria memoria. È impossibile chiudere gli occhi dinanzi ai molti fatti, che dimostrano nel modo più chiaro le analogie esistenti tra certi fenomeni biologici (compresi quelli dello sviluppo ontogenetico) e i fenomeni della conservazione delle tracce e del loro ritorno, quali sono constatati nei fatti di memoria. Si può citare la *specializzazione cellulare,* per la quale certe cellule, anche se eccitate da stimoli differenti da quelli ordinari o normali, rispondono in conformità della natura che in esse fu fissata dall'abitudine (la cosiddetta *energia specifica* degli organi nervosi sensoriali ne è un esempio tipico). Tale specializzazione si *dimostra efficiente,* in quanto per essa si ha una reazione costante ed uniforme, qualunque siano gli stimoli agenti in un certo momento. Del resto vi sono molti fatti, quali gli abiti, le tendenze,

gl'istinti, che depongono parimenti per l'esistenza nella sostanza vivente di un'attitudine più o meno analoga alla capacità mnemonica.

Il Semon poi nella sua opera: *Die Mneme als eine allgemeine Funktion des organischen Geschehens* (1904) riprese e sviluppò la tesi dell'Hering, insistendo principalmente sulla fecondità del principio messo in luce. Il Semon chiamò «stato indifferente primario» quello in cui si trova la sostanza organica vivente prima dell'azione di un qualunque stimolo e stato «indifferente secondario» quello in cui la sostanza organica vivente viene a trovarsi dopo la cessazione dello stimolo. Ora egli osservò che la sostanza eccitabile dell'organismo — appartenga al regno vegetale o al regno animale o a quello dei protisti — dopo la cessazione dell'azione dello stimolo (stato indifferente secondario) si trova mutata in modo permanente. L'*azione* (*engramma*), per così dire, s'incide o si iscrive nella sostanza organica. La somma degli engrammi che un organismo ha potuto ereditare, ovvero ha acquistato durante la sua vita, è indicata col nome di Mneme.

È notevole il fatto che, per l'*azione engrafica*, lo stato di eccitazione, provocato nel passato da un certo stimolo, può esser rievocato non solo dalla ripetizione dello stesso stimolo, ma da altri stimoli e in generale da altre influenze parzialmente simili, che sono detti *stimoli ecforici, influenze ecforiche.* Tale capacità della sostanza organica di rimanere influenzata *engraficamente* dopo la cessazione dello stimolo primitivo ha per effetto di assicurare la conservazione di certi stati, nonostante i continui mutamenti cui può andar soggetta la sostanza organica per i mutevoli influssi del mondo esterno. Prescindendo dalla considerazione delle tendenze e delle disposizioni di cui gli organismi si trovano in possesso, nascendo, e che in fondo presentano gli stessi caratteri delle tendenze e disposizioni originatesi durante la vita individuale, si può tener conto del fatto che gli organismi — sia in via di sviluppo che adulti — spesso sono spinti a tornare allo stato normale dopo esserne stati allontanati, in condizioni particolari (rigenerazione di parti amputate). Dal momento che c'è incongruenza tra lo stato morfologico anormale in cui attualmente si viene a trovare l'organismo e quello normale, rievocato per mezzo della memoria, sembra che siano posti in opera i mezzi necessari per eliminarla. Accade press'a poco lo stesso ogni volta che certi istinti presentano variazioni e correzioni (per esempio i feno-

meni che si osservano nella nidificazione degli uccelli), le quali parrebbero determinate dall'incongruenza esistente tra i modelli rappresentati e i risultati dell'azione effettivamente dispiegata in determinate condizioni. Non già che il processo si svolga alla luce della coscienza nel senso che sia paragonato l'obbietto in quanto è rappresentato dalla memoria col fatto attuale, ma può essere bene ammesso che *sia sentito* il contrasto tra l'azione abituale (suggerita dalla persistenza di tracce o residui di azioni precedenti), e l'azione com'è imposta dalle circostanze attuali.

La tesi del Semon merita certo di esser presa in considerazione come avviamento ad una determinazione più adeguata di uno dei principii fondamentali dei processi di sviluppo organico, se anche non riesca persuasiva tutta la complicata costruzione relativa al modo di formazione, di conservazione, di attivazione, degli engrammi nell'individuo e alla loro trasmissione da un organismo all'altro.

Comunque, rimane il fatto che fu possibile porre in luce particolari manifestazioni della *proprietà mnemonica della materia vivente*, cioè della proprietà per cui posson esser riprodotti, per cause interne, processi antecedentemente determinati da agenti esterni. Nel mondo inorganico non si constatano sistemi fisico-chimici aventi la capacità di riprodurre i loro stati dinamici antecedentemente realizzati in condizioni diverse, e di poterli utilizzare in circostanze differenti. Non rientrano e non possono rientrare in tale categoria nè le deformazioni (o *impressioni* di azioni esterne) che ritengono i corpi solidi, nè i fenomeni di isteresi che presenta il ferro in un campo magnetico variabile, nè altri fenomeni analoghi, perchè in tutti questi casi si tratta solo di persistenza di modificazioni una prima volta subite e non già del loro ritorno e, quel che più importa, della loro utilizzazione per cause interne.

Prima di finire può essere opportuno ricordare come il principio mnemonico trovi larga applicazione anche nel mondo vegetale, stando alle indicazioni fornite da Francis Darwin.[1] Egli potè, infatti, dimostrare come certe variazioni nella forma e nel movimento dei vegetali, una prima volta provocate da azioni esterne, possono poi persistere o ripetersi anche in condizioni del tutto diverse. Accade così, per esempio, che, nelle piante che presentano il fenomeno dell'ab-

---

[1] Nella sua President's Adress, letta nel 1908 a Dublino nella solenne seduta della British Association for the Advancement of Science, cit. dal RIGNANO, *La memoria biologica*, p. 123 s.

bassarsi e del risollevarsi delle foglie originariamente provocato dall'alternarsi della notte e del giorno, esso continua il suo ritmo anche quando la pianta venga tenuta per più giorni in una stanza oscura. La stessa cosa si riscontra per certi mutamenti morfologici (forma delle foglie di faggio) che divengono persistenti, nonostante il variare delle condizioni (di luce e di oscurità). Sarebbe agevole raccogliere altri esempi; ma non ci sembra necessario.

L'eccitabilità trova il suo complemento per certi rispetti nella memoria organica, la quale, col conservare le tracce delle azioni una prima volta compiute, viene ad arricchire il contenuto dell'individualità organica in quanto ne accresce progressivamente l'estensione. Mentre inizialmente un'azione o un complesso di azioni compiute dall'organismo (potendo esser determinate, almeno in parte, da cause esterne) rimangono qualcosa di estraneo ad esso, dopo che per effetto della memoria hanno assunto il valore di « disposizioni », divengono parte costitutiva dell'organismo stesso. In tale maniera non solo si vengono a modificare le strutture preesistenti, ma se ne vengono a formare delle nuove. Del resto ogni forza estrinseca, fissandosi, contribuisce a determinare l'organizzazione in certe direzioni. Per tale via l'essere vivente arriva in parte almeno, a foggiare sè stesso.

3. — Forme peculiari del dinamismo vitale.

Qualsiasi organismo, anche ad un esame superficiale, si rivela un complesso o un sistema di tendenze che, nelle condizioni opportune, vogliono essere dispiegate. Si tratta di processi più o meno complicati che esigono sempre tempo, perchè possano raggiungere i resultati, o i termini, a cui sono rivolti. Tali resultati non sono anticipati nel senso che siano « rappresentati » durante l'esplicazione dei processi, ma da un certo punto di vista pervadono gli stessi processi in quanto contribuiscono a determinarne il corso e l'andamento. Ciascun processo *dura* fino a tanto che il risultato non è conseguito. Qualsiasi tentativo di arresto, qualsiasi ostacolo o resistenza provoca un nuovo dispiegamento di energia e quasi un nuovo *sforzo*, perchè il termine sia raggiunto. Prima che questo accada non vi può essere cessazione dell'azione; solo dopo che l'attività funzionale è, per così dire, *consumata*, si ha la quiete.

Uno degli aspetti più interessanti del dinamismo vitale si riscontra appunto in quella che potremmo dire forza immanente a ciascuna

funzione di dispiegarsi nel modo più adeguato. L'esistenza di tale forza intima è provata tra l'altro dal particolare corso evolutivo di ciascuna forma d'attività. In molti casi il termine è raggiunto dopo molteplici tentativi: questo accade nei movimenti e nelle forme di condotta in genere, vale a dire nelle maniere di soddisfare gli appetiti e i bisogni dell'organismo. Mentre sono successivamente eliminate le prove che non riescono, si viene a fissare il comportamento, che resulta efficace e vantaggioso. È certo in ogni modo che tutte le tendenze organiche, che nell'uomo si manifestano alla coscienza come impulsi o appetiti, negli esseri viventi in generale, oggettivamente si manifestano con movimenti ed azioni più o meno complesse che sono compiute in modo differente insino a che non riescono adeguate allo scopo: il bisogno dell'alimento, la tendenza a raggiungere l'*optimum* nel rapporto ambientale, l'impulso a riprendere la propria posizione normale rispetto alla forza di gravità, quello ad allontanare da sè le sostanze inutili o nocive, gl'istinti, insomma, per tale rispetto si dimostrano in fondo forze agenti per una necessità intrinseca, per il conseguimento di determinati risultati.

Al gruppo di tendenze organiche, potremmo dire, sortite da natura o costitutive del sistema organico in quanto tale, si possono aggiungere gli impulsi e gli appetiti che nascono per via di abitudine, per via di *trasferimento affettivo* (dal fine più o meno lontano al mezzo) o anche per via di composizione di più tendenze convergenti ad un unico fine: ma, qualunque sia la natura e la genesi delle tendenze, rimane il fatto che esse hanno il valore di esigenze, di imperativi, che agiscono — in modo continuo, o discontinuo secondo i casi — reclamando soddisfacimento. È in questo il loro dinamismo; ciascuna tendenza si presenta come qualcosa di unico, come processo a cui è immanente, come dicevamo, il proprio termine.

Qui si può osservare come molte delle discussioni che si fanno circa il rapporto in cui l'organo si trova colla funzione possono essere eliminate, tenendo presente la natura propria delle tendenze funzionali che noi abbiamo cercato di chiarire. Non è a parlare di organo se non nei limiti in cui esso, compiendo una certa funzione, agisce, ma d'altra parte non è a parlare di funzione e di azione che in quanto c'è qualche cosa che agisce. Non è concepibile l'attività in astratto, bensì sempre l'attività in concreto, vale a dire l'attività dispiegata da un agente e con un certo mezzo. Ora l'azione non può lasciare immutato l'agente e il mezzo. Essa, dispiegandosi, si

riflette sull'agente, e in un certo senso contribuisce a foggiarlo. Mentre per un rispetto dunque si può dire che non vi può esser funzione senza organo, in quanto la funzione s'identifica con l'organo agente in una certa maniera, per un altro rispetto si può anche dire che la funzione crei l'organo, in quanto ogni processo funzionale finisce per avere la sua espressione compiuta nell'organo. Non si vede come un'esigenza funzionale potrebbe determinarsi, prescindendo dal supposto di una certa forma organica: solo che la azione funzionale non può esser qualcosa d'*indifferente* per l'organo, ma vale a determinarlo, a trasformarlo, a completarlo secondo i casi. Vi sono così casi in cui certi bisogni, vivamente sentiti, riescono a dare origine ad organi nuovi; e vi sono casi in cui determinati organi sono come piegati a nuovi usi: ma, sia nel caso di creazione di nuovi organi, sia in quello di trasformazione di organi preesistenti, la funzione viene a compiere sempre un ufficio prevalentemente dinamico rispetto alla forma e alla struttura. Ad essa spetta dal punto di vista logico una specie di priorità in quanto solo in essa si trova la ragione della serie di cangiamenti in cui consiste la vita. Anche quando la struttura sembra che rappresenti un supposto necessario della funzione, questo può solo accadere, in quanto la struttura potè esser foggiata da una funzione antecedente, se anche per alcuni rispetti la funzione fu diversa.

Le tendenze o funzioni vitali, in quanto sono tendenze e funzioni di un unico sistema organico, devono essere necessariamente coordinate tra loro, e devono per così dire convergere tutte in un unico risultato, che è poi la vita dell'organismo. Dal loro insieme nasce la tendenza generale all'espansione e all'intensificazione della vita individuale, che è carattere precipuo di ogni essere vivente. La tendenza alla difesa e all'offesa, la tendenza alla ricerca di un benessere sempre maggiore e sempre più completo non sono in fondo che determinazioni della *volontà di vivere*, la quale non è che un'altra parola per indicare il *peculiare interessamento* a ciò che è elemento costitutivo ed essenziale della propria individualità.

Non vuol esser mai perduto di vista che le forze veramente agenti negli organismi sono *interne ad essi* e per molti rispetti indipendenti dalle forze puramente fisiche. Da ciò l'aspetto di attività, di spontaneità, di *incentramento* degli esseri viventi, che si trova in contrapposizione con l'aspetto di passività, di indifferenza proprie dei corpi inorganici: ed ecco che, tenendo presente questo, si spiega ciò che

vi può essere d'*imprevisto* e d'*imprevedibile* nel comportamento degli esseri vivi. Anzitutto è da tener conto della varietà e della molteplicità delle direzioni in cui l'interessamento costitutivo dell'individuo si può dispiegare: essendo molteplici e svariate le tendenze, non sempre è possibile prevedere quale di esse in un caso particolare possa riuscire prevalente. Poi, è da tener conto dell'altro fatto che, se il fine o il risultato a cui è rivolta una tendenza può essere precisato in certe circostanze, indeterminata o *indifferente* (agli occhi di chi contempla) può rimanere la via per cui il fine può esser raggiunto, specialmente quando la *situazione ambientale* possa mutare di momento in momento.

Comunque, il dinamismo proprio dell'essere vivente finisce per essere al più alto grado espressivo dell'individualità organica. L'organismo non è soltanto *effetto, puro risultato* delle condizioni esterne in cui viene a trovarsi, ma è, anche (entro certi limiti, s'intende), principio di azione e quindi, almeno per alcuni rispetti, *costruttore di sè stesso*. L'essere vivente, a misura che assurge ad un grado più elevato di organizzazione, si rivela capace di agire su sè stesso, di trasformare sè stesso, di superare in un certo senso sè stesso, estendendosi nel tempo (provvedendo al futuro), ed estendendosi nello spazio con la sua efficacia espansiva. Non gode soltanto delle doti e degli attributi sortiti da «natura», ma coll'opera propria entra in possesso di nuove capacità, di nuove tendenze. Quasi si potrebbe dire che l'essere vivente, col superare ostacoli e col vincere resistenze, aspira a un grado di *vitalità* sempre maggiore. Coll'affermare la propria autonomia, si pone come di fronte agli esseri e agli obbietti che lo circondano e tutti riferisce a sè. È questa anzi la via per cui il dinamismo vitale consegue i maggiori risultati e celebra i suoi maggiori trionfi. Alcune specie di dinamismo, a misura che si vanno svolgendo affine di assicurare l'appagamento dei bisogni e la tutela degl'interessi dell'individuo, contribuiscono a determinare forme di vita sempre più elevata.

4. — L'andamento ciclico dei processi vitali.

Tutte le funzioni organiche, in quanto compiono un certo lavoro, hanno andamento ciclico: presentano oscillazioni ritmiche di azione e di riposo, per quanto si notino variazioni nei singoli ritmi. Anche durante l'esplicazione di una peculiare forma di attività (attività

nervosa, per esempio) i singoli atti funzionali si succedono più o meno rapidamente; ma tale successione di atti funzionali non è da identificare coi periodi di attività e di riposo che possono caratterizzare una certa funzione nel suo complesso. Comunque, ciascuna funzione può variare entro certi limiti, andando da un minimo ad un massimo, limiti che poi non devono essere oltrepassati. L'attività ritmica è inerente finanche alle sostanze cristallo-colloidali che compongono i varii organi. In tutti i tessuti, nei muscoli striati e in quelli lisci, nel tessuto epiteliale di particolari glandole e in quello del canale alimentare, nei centri nervosi e nei nervi si constata un ritmo diverso in rapporto alle esigenze funzionali, al periodo di sviluppo dell'organismo, all'azione dell'esercizio e via di seguito. Così nelle glandole di solito durante il periodo di riposo si constata la formazione e quindi l'accumulo delle sostanze che devono esser segregate, a cui poi succede il periodo di scarica funzionale che è il periodo del consumo, che può giungere all'esaurimento. Se per il compimento di una certa funzione normalmente si constata il concorso di uno stimolo esterno, questo in determinate condizioni può mancare per un tempo più o meno lungo. L'organo — una glandola per esempio —, in tal caso, entra in funzione automaticamente.

Del resto negli animali niente di più frequente che la constatazione di fatti peculiari ad andamento ciclico. Basta ricordare le metamorfosi degl'insetti, la storia evolutiva degli echinodermi e dei molluschi, l'alternarsi della riproduzione sessuale con quella asessuale nei protozoi (riproduzione che si realizza spontaneamente o in corrispondenza di mutamenti nell'ambiente), i casi di fosforescenza di certi invertebrati in alcuni periodi dell'anno. Le variazioni funzionali in rapporto alle stagioni, quali si osservano nelle piante, i casi di correlazione nei cicli di specie diverse di piante e d'animali entrano anch'essi nel quadro delle manifestazioni cicliche dei processi vitali.

Indubbiamente però il ciclo che massimamente s'impone alla considerazione di chiunque riflette sui fenomeni della vita, e che in un certo senso tutti li racchiude, è il ciclo che percorre la vita dell'individuo. L'essere vivente, lo sappiamo, attraversa vicende differenti dal momento in cui nasce fino a quello in cui scompare, descrivendo una specie di curva in cui può esser distinto un periodo ascensionale, un periodo di relativa stabilità e un periodo discensionale (periodo di decadimento).

Il primo periodo è soprattutto caratterizzato dal fatto della cre-

scenza, la quale poi è resa possibile dal predominio dei processi anabolici o costruttivi su quelli catabolici o distruttivi. I varii organi aumentano in grandezza, acquistano una determinata forma, e divengono capaci delle rispettive funzioni. Vi sono organi che raggiungono presto il loro stato di maturità; ve ne sono invece di quelli che lo raggiungono in un tempo tardivo. Lo sviluppo di tutto l'organismo, se per certi rispetti si compie in modo continuo, per altri rispetti si compie per crisi.

Al periodo ascensionale, a cui si è brevemente accennato (uno studio esauriente richiederebbe l'indicazione precisa delle variazioni a cui i singoli organi sottostanno), succede il periodo di maturità, il quale è caratterizzato dallo stato di relativo equilibrio in cui vengono a trovarsi i due processi anabolico e catabolico. In questo periodo l'organismo va assumendo, diciamo così, l'assestamento definitivo. I singoli organi sono in grado di compiere le rispettive funzioni nel modo più adeguato, in condizioni normali. In tale periodo la curva di sviluppo raggiunge il punto più alto. Se nel periodo precedente gli stimoli agivano sullo sviluppo, accelerandolo, nel secondo periodo tanto gli stimoli interni quanto quelli esterni all'organismo hanno per effetto di mantenere l'equilibrio tra i due processi anabolico e catabolico, ristabilendolo nel caso che per una causa qualsiasi sia turbato. Se nel primo periodo gli stimoli sono prevalentemente *eccitativi*, nel secondo periodo sono *regolativi*.

Ai due periodi accennati (periodo ascensionale e periodo di equilibrio) segue il periodo discensionale, nel quale si ha il predominio dei processi catabolici su quelli anabolici. È il periodo della involuzione e del decadimento (senescenza).

Come e perchè la vita, specialmente nelle forme più elevate, descriva la curva che abbiamo indicato, non è agevole dire. Certo in tesi generale si può affermare che il ciclo di tutta la vita individuale risponde all'andamento ciclico delle singole funzioni; ma quel che sarebbe da spiegare è come e perchè nei singoli casi e in concreto l'equilibrio tra i due stati anabolico e catabolico si vada determinando, e come e perchè lo stesso equilibrio, una volta raggiunto, non si conservi stabile e finisca per dar luogo al predominio del *consumo* e dell'*usura* rispetto all'*accrescimento* e alla *ricostruzione*. Quel che soprattutto importerebbe spiegare è come e perchè la parabola finisca con la distruzione del sistema organico. Le ipotesi for-

mulate a tal riguardo sono parecchie senza che nessuna riesca in alcun modo persuasiva.

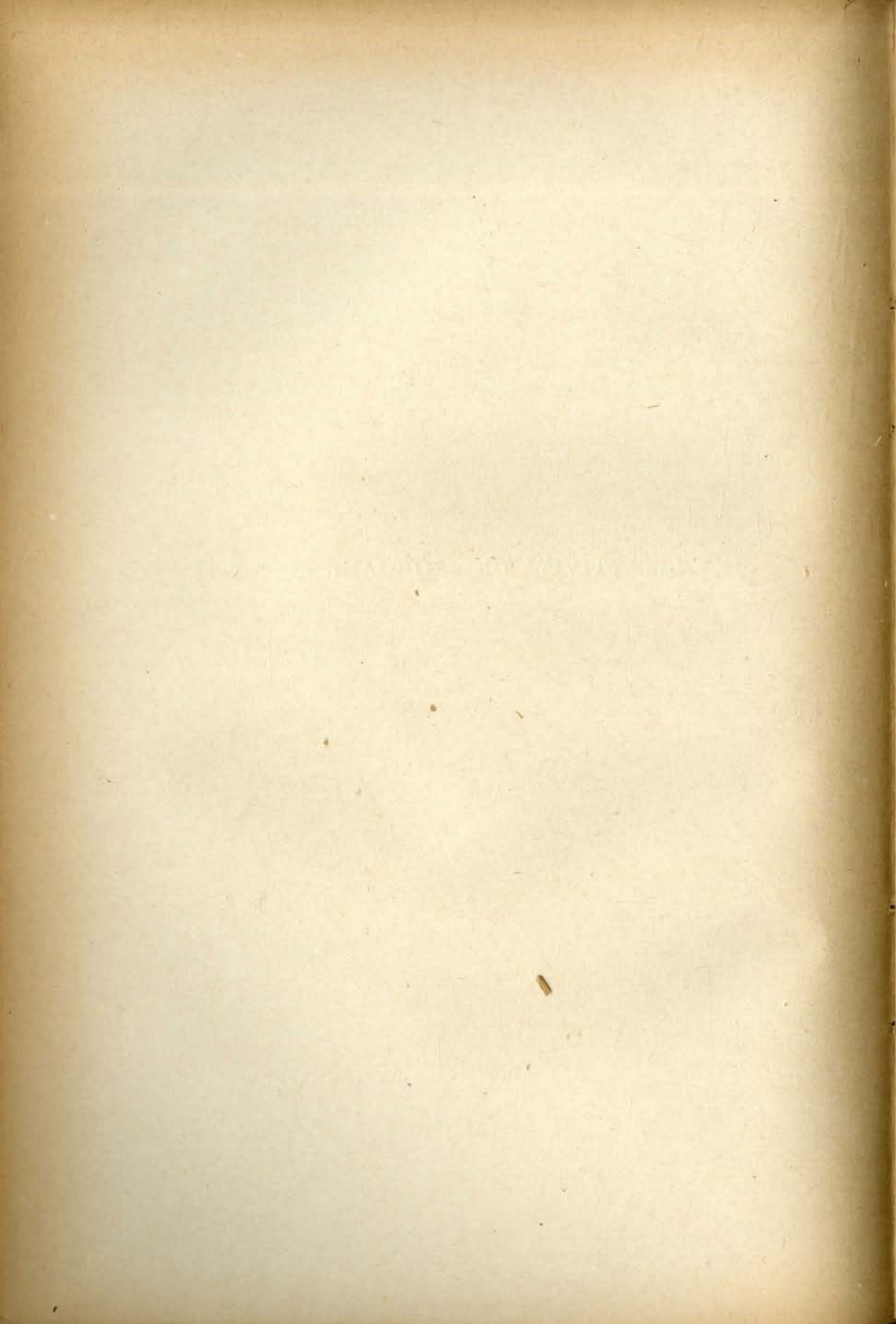
Intanto nelle varie specie di esseri viventi si notano differenze nei cicli di vita, che è necessario accettare come puri dati di fatto senza che possa esserne data alcuna ragione plausibile. Vi sono organismi che possono vivere finanche centinaia di anni, e ve ne sono di quelli che vivono solo pochi giorni e perfino ve ne sono di quelli che non oltrepassano le poche ore o i pochi minuti. Poi è necessario far distinzione tra le cause accidentali che possono contribuire nei casi particolari a determinare la cessazione della vita e la morte in generale in quanto fase necessaria del processo della vita.

Tutto porta a credere che la morte lungi dall'essere un puro accidente è qualcosa di ineluttabile, come lo è il corso evolutivo della vita. Perchè qualsiasi organismo pluricellulare o monocellulare potesse sfuggire alla fatalità del succedersi delle età e quindi alla vecchiezza e alla morte, bisognerebbe che esso potesse conservarsi indefinitamente in un «regime di vita costante», bisognerebbe in fondo che potesse rimanere immutato in un ambiente parimenti immutato (o variabile con regolarità costante), che potesse godere di una nutrizione tanto perfetta e di un ricambio materiale tanto rigoroso da poter conservarsi costanti i rapporti tra l'organismo e l'esterno: ora è facile capire che il modello di una macchina tanto perfetta e invariabile non si riscontra e non si può riscontrare nella realtà. La vita va accettata per quello che è, ed essa è incompatibile con l'invariabilità nel senso che abbiamo accennato; la vita è essenzialmente dinamismo, dinamismo evolutivo sia dal punto di vista della costituzione interna che da quello delle necessarie attinenze in cui si trova col mondo esterno. Si può ben dire che per legge rigorosa della natura vivente qualsiasi organismo, semplice o complesso che sia, non può vivere senza dispiegare certe forme di attività e quindi senza subire certi mutamenti. Chi dice vita dice alterazione continua, e quindi consumo (usura), donde la necessità della sostituzione di elementi attinti al di fuori a quelli preesistenti, sostituzione che ha sempre valore limitato. Perchè è così? Perchè la nutrizione ha per conseguenza necessaria l'*accrescimento* in un primo tempo, la *divisione* in un secondo tempo e poi il fenomeno dell'usura? È ciò che noi non sappiamo; quel che è certo è che si tratta di una proprietà fondamentale, essenziale della materia vivente. Noi pos-

siamo determinare le modalità della vita, ma non dire perchè essa si realizzi con certe modalità e non con altre.

Come si vede, l'andamento ciclico dei fenomeni vitali, mentre garantisce la conservazione della vita, offrendo il modo di riparare al vario consumo e alle varie specie di logoramento, ne rinfresca, diciamo così le sorgenti col rendere possibile il generarsi di nuovi individui mediante la funzione riproduttiva. Può essere molto istruttivo a tal proposito il considerare il nesso in cui si trova il fenomeno della cessazione della vita con quello della propagazione di essa. Nè l'uno nè l'altro fatto possono esser considerati accidenti, e molto meno accidenti evitabili. Ormai è riconosciuto che le principali fasi della vita, nascita, crescenza, maturità, senescenza, quindi morte, si riscontrano in tutti gli esseri viventi dai più semplici (cellule) ai più complessi, come si riscontrano le diverse specie di riproduzione. Solo con la sostituzione dei nuovi elementi a quelli preesistenti si ottiene veramente il progressivo sviluppo della vita. Morte e riproduzione da tal punto di vista sono da considerare correlative tra loro, vale a dire aspetti o momenti di un unico processo.

Certo la nascita di nuovi esseri non determina la morte di quelli già esistenti, come la morte di questi non vale a determinare la nascita di nuovi esseri; ma la nascita e la morte sono espressioni di un'unica necessità, che è quella della conservazione e del rigoglio della vita in generale. Il fatto che vi sono esseri i quali cessano di vivere nell'atto di riprodursi è significativo per il nesso, o per la coordinazione esistente tra le due determinazioni della vita. La vita in tanto può realizzarsi continuamente negli individui e per gl'individui, in quanto gl'individui continuamente mutano, si rinnovano o, meglio, si sostituiscono gli uni agli altri. Se per un certo rispetto la costituzione e l'interesse dell'individualità organica rappresenta uno dei principali risultati che vogliono esser raggiunti mediante l'evoluzione biologica, per un altro rispetto non è la conservazione di questo o di quell'individuo che massimamente importa. Scopo della vita, si potrebbe dire, non è l'individuo per sè, atomo isolato, ma è l'individuo quale peculiare forma di esistenza, o, se si vuole, quale modo di realizzazione della vita. L'individuo da tal punto di vista si completa nella specie; la specie infatti ha valore in quanto si trova attuata appunto negl'individui.

LE ATTIVITÀ DELL' ORGANISMO

V.

IL METABOLISMO.

Abbiamo considerato, nelle osservazioni antecedenti, i tre aspetti che si distinguono in ogni essere vivente: la *spontaneità*, la *forma* e l'*individualità*: si tratta di aspetti, non già di *funzioni*. Tali aspetti sono come i punti di vista da cui l'essere vivente può o deve essere riguardato. Essi *in re* sono inscindibili l'uno dall'altro, implicandosi a vicenda: l'aspetto dell'individualità è intimamente connesso con quello della forma, e la forma individuale è fornita di spontaneità. D' altra parte un essere fornito di spontaneità non può esser concepito che come costruito in una certa maniera, e come capace di assumere un carattere di individualità. Se con la considerazione della forma s' intende accentuare il fatto della struttura nell' organismo, con la considerazione della spontaneità si vuol richiamare l'attenzione sul fatto che tale struttura è manifestazione dell'attività dello stesso organismo e con la considerazione dell' individualità s'intende mettere in luce il carattere dell'organicità della struttura da un lato e il riferimento delle parti e delle azioni ad un centro comune (unità dell'essere vivente) dall'altro. Poi, prima di passare all'enumerazione delle principali funzioni dell'essere vivente, abbiamo richiamato l'attenzione sugli elementi o fattori, che concorrono al dispiegamento di ciascuna funzione. Tali elementi o fattori sono la proprietà dell'*eccitabilità sensitivo-motrice*, la *memoria organica*, il *dinamismo* proprio delle funzioni vitali e l'*andamento ciclico*.

Ora importa distinguere i processi fondamentali che derivano dalla natura propria dell'essere vivente e dal peculiare rapporto in cui l'organismo si trova col mondo esterno. Anzitutto a tal proposito va fatto cenno dei fatti del *ricambio materiale* (tra individuo organico e mondo esterno), che, se per una parte assumono il valore

di trasformazioni energetiche analoghe a quelle che hanno luogo nel mondo inorganico, per l'altra conducono alla determinazione delle strutture e degli organi, e quindi alla *costruzione della macchina organica*.

Dal punto di vista semplicemente energetico i sistemi organici (gli esseri viventi) figurano come i «luoghi» in cui si svolgono i fenomeni vitali. Le varie manifestazioni dell'attività vitale sembra rispondano a forme diverse di trasformazione energetica, a passaggi da una specie ad un'altra delle energie che si possono distinguere nell'universo, secondo le leggi fissate dai fisici. È noto che Roberto Mayer e l'Helmholtz definirono la fisiologia generale come «lo studio dei fenomeni della vita considerati dal punto di vista dell'energetica». Ciò che importa anzitutto notare è che le così dette *energie vitali* (energie che si manifestano nell'organismo o che sono da esso utilizzate) sono sempre attinte all'esterno, mediante la nutrizione presa in senso largo (sotto la forma di energia chimica). I fenomeni vitali sono come l'espressione della circolazione dell'energia, che, muovendo da un certo sito dell'universo, a questo stesso universo fa ritorno, non immutata certo, dopo avere attraversato l'organismo. Quando nel determinare il concetto di vita si ferma soprattutto l'attenzione sul fatto della nutrizione, presentandola come la proprietà più costante e fondamentale, si intende alludere appunto al processo per cui l'organismo, prendendo materia ed energia dal di fuori, dopo averle trasformate ed elaborate, le utilizza, per creare gli organi, e compiere le differenti funzioni. Qui si può osservare che il mantenimento della vita in quanto tale non trae con sè alcun consumo di energia (in senso fisico), che alla vita sia propria. La vita è resa possibile dall'utilizzazione che l'organismo fa dell'energia presa dal di fuori. Possiamo dire che l'energia fisica ad un certo stadio delle sue trasformazioni, penetrando nell'organismo, assume il valore di energia vitale.

L'organismo non può vivere che entrando in possesso degli elementi o delle sostanze fornite dal mondo fisico, ma tali sostanze non accoglie in sè passivamente, bensì le sceglie, variamente le elabora e trasforma affine di utilizzarle a proprio vantaggio. I processi chimici hanno luogo sempre secondo le esigenze imposte dall'organismo. Sta qui la differenza tra l'andamento dei fenomeni fisico-chimici svolgentisi in un corpo qualsiasi e quelli svolgentisi in un essere vivo; nell'un caso non vi è traccia di cooperazione del sistema in cui av-

vengono, nell'altro caso invece è il sistema che, entro certi limiti, regola e dirige la loro successione.

Percorrendo la scala degli esseri viventi dai più semplici ai più complessi, si nota che la funzione nutritiva diviene sempre meno diretta, richiedendo sempre più il sussidio di *processi intermedii*. L'organismo che in un primo tempo si appropria delle sostanze, quali si trovano nel mezzo cosmico in cui vive, in seguito può trarre l'alimento da altri organismi; deve però sottoporre a particolari elaborazioni anche le sostanze, che può attingere direttamente dall'ambiente circostante. Negli organismi più semplici ed elementari il liquido nutritivo, costituito dell'acqua che tiene in soluzione diverse sostanze, penetra nei meati del corpo, ove è assimilato, e dove poi ha luogo l'eliminazione degli elementi non utilizzabili. Negli organismi, in cui c'è per lo meno un abbozzo della funzione digestiva, il prodotto di questa diviene l'agente immediato della nutrizione, senza che passi per alcuno stadio intermedio. Dal canale o dalla cavità interna esso penetra e si dirama in tutto il corpo, nutrendolo press'a poco come fa il plasma sanguigno. Col progredire dell'organizzazione, si presentano sempre più complicati i processi di elaborazione fino a dare origine a quello che fu detto *mezzo vitale* o *ambiente interno*, che rende possibile le manifestazioni più complesse dell'attività assimilativa.

È da far distinzione fra *ambiente fisico-cosmico* e il cosiddetto *mezzo vitale* che è costituito da quelle *determinazioni* o *elementi* che si trovano a contatto diretto col protoplasma vivente. Sono tali determinazioni che forniscono in fondo all'organismo la materia, la energia e le specie di eccitamenti di cui esso ha bisogno. L'ambiente vitale è costituito dal sangue, dalla linfa, da tutti i liquidi interstiziali, che bagnano gli elementi cellulari, ed anche da tutti i composti di riserva — cellulari ed estracellulari —, che lo stesso organismo fabbrica, utilizzando, s'intende, le sostanze attinte dall'esterno. Qui sono da osservare due cose: la prima è che l'essere vivente fabbrica esso stesso questo mezzo; la seconda è che il mezzo vitale acquista un carattere di sempre maggiore fissità e indipendenza dalle condizioni dell'ambiente cosmico, coll'elevarsi e complicarsi dell'organizzazione. La composizione fisica e chimica di esso, compatibile con la vita, oscilla sempre però intorno a quello che è detto *optimum*.

In sostanza ogni specie naturale, anzi ogni individuo vivente, come ha il proprio protoplasma, così ha anche il corrispondente

mezzo. Ciascun essere vivente finisce per attingere al mezzo cosmico le materie prime da utilizzare per la costituzione del proprio ambiente, ma tali materie elabora coi propri mezzi. Negli esseri viventi più elevati si nota anche per questo rispetto il maggiore grado di differenziazione, perchè vi sono organi destinati ad assicurare l'esistenza delle condizioni fisiche e chimiche indispensabili alla costituzione del mezzo vitale richiesto nei casi particolari (crasi sanguigna, per esempio). È noto che vi sono dei meccanismi a cui per tale riguardo sono affidate certe funzioni, per esempio quella glicogenica regolante la quantità di zucchero necessaria all'economia dell'organismo. Sembra anzi che la specificazione del mezzo vitale, in rapporto ai bisogni degli individui e delle specie, vada soggetta a variazioni pressochè infinite; nel fatto però si constatano uniformità, che riescono come a celare la diversità. Le cellule di qualsiasi tessuto hanno bisogno di essere circondate da un'atmosfera acquea; e vi sono meccanismi la cui funzione è quella di mantener pressochè costante la quantità dell'acqua nel sangue. — Parimenti l'ossigeno è costitutivo essenziale del mezzo vitale, trovandosi allo stato libero o in determinate combinazioni. — I composti azotati inoltre entrano a far parte del mezzo vitale, sia pure in un numero limitato di forme (azoto libero, nitrati, sali ammoniacali per gli organismi vegetali; composti organici cristallizzabili e composti proteici per gli animali). — Le sostanze ternarie e i sali entrano anche nella composizione del mezzo vitale secondo rapporti ben definiti.

Era necessario richiamare l'attenzione sulla costituzione e sulla funzione del mezzo vitale nell'economia organica per dimostrare come il metabolismo, mentre implica sempre riferimento all'ambiente esterno, possa assurgere al grado della maggior complessità a misura che si passa dalle forme più elementari a quelle più elevate dell'organizzazione. La cosa deve risultare chiara quando si tenga presente che l'ambiente interno, come già si è accennato, vuole essere specificato e differenziato in rapporto alle esigenze delle diverse specie di esseri viventi e in rapporto alle esigenze che in tali specie possono prevalere di tempo in tempo. Il mezzo vitale, circolando attraverso l'organismo, ed essendo, per così dire, modificabile di momento in momento, è in grado di soddisfare ai bisogni dei vari organi. Ricordiamo che, se per un rispetto deve essere mantenuta la solidarietà tra le singole parti, per l'altro deve esser tenuto conto delle differenze esistenti fra loro. L'azione unificatrice non vuol essere

in assoluto contrasto con la conservazione della relativa indipendenza.

Importa osservare che l'energia derivata dal potenziale chimico degli alimenti dopo aver attraversato l'organismo, determinando i fenomeni vitali più differenti fra loro, può far ritorno al mondo fisico, particolarmente sotto la forma di energia calorifica e di movimento. Tale formula però trova applicazione solo nella vita animale. Per i vegetali, considerati nel loro insieme, la formula deve essere modificata. I vegetali, piuttostochè semplici accumulatori di energia potenziale chimica, ne sono i produttori (per l'azione della luce solare). I vegetali, utilizzando i materiali offerti dal suolo e dall'atmosfera, costituiscono i principii immediati contenuti nelle loro cellule; formano cioè le varie categorie di alimenti (gl'idrati di carbonio, i grassi, le materie azotate) utilizzate dagli animali.

Il mondo animale così consuma l'energia accumulata dai vegetali, i quali alla loro volta accumulano l'energia fornita dalla luce solare. Gli animali restituiscono l'energia all'ambiente cosmico, come abbiamo detto, più frequentemente sotto la forma di calore (che si dissipa senza subire ulteriori trasformazioni) e di movimento. Dire che l'alimento fornisce insieme materia ed energia all'organismo equivale a racchiudere in una formula le tesi fondamentali della biologia moderna, equivale cioè ad esprimere il fatto che la vita, come non ha una sostanza propria, così non ha una propria energia. L'essere vivente è *sede* di una circolazione incessante di materia e di energia, le quali, come partono dal mondo esterno, così a questo ritornano.

Da tutto quello che siamo venuti dicendo risulta la necessità di distinguere tra la parte dell'alimento che contribuisce a determinare e a conservare la struttura dei varii organi e quella che è utilizzata nel funzionamento vitale. È con riferimento a quest'ultima che possono in un certo senso trovare applicazione i concetti espressi dal Liebig sulla combustione che avverrebbe nel sangue.

Giova precisare qui in che modo avvenga l'assimilazione delle sostanze nutritive da parte delle cellule viventi. Il processo certo si svolge nelle regioni più profonde ed oscure dell'organizzazione, ma non sono mancati i tentativi, specialmente negli ultimi tempi, di gettarvi una qualche luce. Si è voluto far distinzione tra la fase in cui avverrebbe l'accumulo delle sostanze utilizzabili dal protoplasma cellulare (delle sostanze, supponiamo, destinate a divenire elementi della secrezione nel caso del protoplasma glandolare), la fase

della vita cellulare vera e propria e infine la fase della produzione di sostanza intercellulare. L'attributo della vitalità vera e propria spetterebbe solo al protoplasma cellulare: la materia accumulata e la materia intercellulare non presenterebbero i fenomeni caratteristici della sostanza vivente (movimento caratteristico ed azione costruttiva molecolare). Senonchè è legittimo il dubbio intorno alla possibilità di tirare una linea di divisione tra ciò che è vivo in senso rigoroso e ciò che non lo è, o non lo sembra per un certo riguardo. Le sostanze assorbite dall'epitelio vivente del canale alimentare presentano già mutamenti, per cui non possono esser considerate estranee alla vita. Le sostanze proteiche dell'alimento sono ben presto scomposte, dando origine ai così detti corpi amino-acidi, e questi poi, passando per le cellule epiteliali, sono trasformati in siero-albumine e in altre sostanze proteiche riscontrabili nel sangue. Queste ultime pare che subiscano ulteriori modificazioni nel protoplasma del tessuto dei corpi linfatici. Comunque, le sostanze proteiche così modificate son portate dalla linfa a contatto della sostanza vivente delle cellule. Non si vede come si possa parlare di passaggi, per così dire, repentini da una condizione all'altra e quindi anche di una divisione netta tra ciò che è vivo e ciò che non lo è. Quel che si può dire è che la così detta materia *non viva*, mediante determinati processi svolgentisi nell'organismo, si trova come in possesso di proprietà che prima non aveva. È certo in ogni modo che solo la materia viva vale a determinare la transizione di cui si è fatto cenno. (I peculiari processi fisico-chimici avrebbero sempre luogo nella sostanza vivente, cioè a dire nel protoplasma).

Una delle determinazioni del metabolismo su cui importa richiamare l'attenzione è la respirazione, la quale, ridotta nei termini più semplici, figura come scambio tra l'ossigeno dell'aria e l'acido carbonico del sangue, e quindi un fatto puramente fisico. Approfondendone l'esame però si vede che la respirazione va considerata funzione esplicantesi sempre in conformità delle esigenze di un organismo nei casi e nei momenti particolari.

Intanto va osservato che il fatto puramente fisico della permutazione dei due gas, dell'ossigeno e dell'acido carbonico, si riscontra in tutti i tessuti: un pezzo qualunque di muscolo privo di sangue, ed esposto all'atmosfera, assorbe ossigeno e sviluppa acido carbonico. Negli organismi più semplici poi non c'è bisogno di un particolare

apparecchio organico per lo scambio dei gas, perchè il liquido nutritivo si trova a contatto dell'aria. Col complicarsi della struttura dell'organismo si rende necessario un apposito apparecchio di branchie, di polmoni ecc., per la appropriazione dell'ossigeno e per l'espulsione dell'acido carbonico. Per la funzione respiratoria accade quello che accade per ogni altra funzione vitale, che si riesce a rendersi conto dell'importanza e del significato di essa, solo riferendosi alle sue determinazioni negli organismi più elevati.

Comunque, l'ossigeno è una delle condizioni essenziali delle manifestazioni vitali; sottratto al sangue dalla incessante attività dei processi vitali, giunge costantemente al sangue mediante la respirazione.

Molti attribuiscono alla respirazione il valore di una semplice combustione, ma ciò non sembra ammissibile, perchè vi sono dei fatti che vi si oppongono. Così è noto come, in un'atmosfera composta di ossigeno e acido carbonico in parti uguali, la candela brucia meglio che non nell'aria consueta, stante la maggior quantità di ossigeno, mentre l'animale, supponiamo un uccello, non vi regge, perchè l'ossigeno, per quanto abbondante, non si lascia assorbire per la quantità dell'acido carbonico. L'uccello, già presso a morire nell'aria viziata, può ravvivarsi appena l'acido carbonico è annullato con una certa quantità di potassa, mentre con procedimento analogo non si riesce a ravvivare una fiamma illanguidita. Ne risulta la differenza esistente tra la combustione, che è una pura reazione chimica (ossidamento) e la respirazione, che è — lo abbiamo detto — un processo di permutazione compientesi affine di rispondere ad un'esigenza dell'organismo. Nella fiamma l'ossidazione è tutto e nessuna permutazione ha luogo; nella respirazione invece la permutazione è tutto onde non è lecito parlare di ossidamento. La candela si spegne per mancanza di ossigeno nell'aria; l'animale muore perchè è sovrabbondante l'acido carbonico o perchè l'ossigeno, ciò che torna lo stesso, non si trova in quel determinato rapporto coll'acido carbonico.

Abbiamo accennato di sopra alla distinzione tra la *sostanza vivente* propriamente detta e le *riserve*. Ora importa aggiungere che le riserve di albuminoidi, di idrati di carbonio, di grassi, si trovano così frammiste al protoplasma vivente attivo, che spesso riesce difficile sceverare l'un elemento dall'altro; quel che è certo è che coll'esplicazione delle varie funzioni vitali si accompagna appunto un processo

di distruzione di quelle che sono dette riserve, distruzione nel senso *della loro semplificazione*. Le riserve distrutte durante il funzionamento di un organo sono destinate a ricostituirsi durante il periodo di riposo. Il che però non vuol avere il significato che il *protoplasma attivo* non partecipi affatto al consumo e alla distruzione funzionale. È ordinariamente ammesso che con la distruzione, con la disassimilazione delle riserve si accompagni anche disassimilazione della sostanza vivente, se anche in grado molto minore.

In sostanza nel processo del ricambio materiale sono sempre da distinguere due fatti, quello di *distruzione* o disassimilazione e quello di *costruzione* o assimilazione. Così il muscolo è sempre vivo, sia che, contraendosi, si trovi nel periodo di attività funzionale, sia che si trovi nel periodo di riposo; lo stesso vale per una qualsiasi glandola, la quale, quando non compie la sua funzione, è sempre viva, se anche rimane inattiva. Durante il periodo che potremmo dire di riposo, le cellule preparano il materiale della secrezione, mostrando una quantità di granulazioni alla stessa maniera che i muscoli in riposo accumulano il glicogeno e tutte le riserve destinate ad esser consumate nella contrazione. Anche durante il periodo di riposo funzionale è compiuto un lavoro, ma esso è un lavoro continuo, lento e quasi potremmo dire latente. Sarebbe errore però credere che la distinzione tra i due processi di distruzione funzionale e di ricostruzione si presenti sempre così recisa e netta come noi l'abbiamo esposta; i due processi di *carica* e di *scarica* funzionale si trovano talora strettamente collegati tra loro che riesce difficile la separazione. Un esempio ci è offerto dal *tono muscolare*, nel qual caso il funzionamento si rivela ininterrotto, per quanto suscettibile di gradi; funzionamento che implica alla sua volta un lavoro di ricostruzione e di assimilazione. I due atti sono assolutamente inconfondibili, e sono in realtà successivi.

I fenomeni della distruzione funzionale figurano come gli *eccitatori* del rinnovamento materiale o del processo formativo compientesi silenziosamente nell'intimità dei tessuti. La sintesi assimilatrice è provocata dalle perdite subìte dagli organi durante il periodo del funzionamento. L'equilibrio tra consumo e riparazione vuol esser ristabilito appena esso è rotto. Il funzionamento è utile o anche indispensabile all'accrescimento dell'organo; ma ciò non toglie che la distruzione organica (corrispondente al funzionamento), in qualunque modo si trovi realizzata, figuri solo come l'antecedente neces-

sario del processo assimilativo. La successione dei due fatti, se può rimaner celata finchè si prendono a considerare organismi semplici, si rende evidente negli organismi più elevati; in tal caso il processo di distruzione delle riserve s'impone alla considerazione di tutti.

Questo però bisogna aggiungere, che il metabolismo della sostanza vivente — distruzione e rinnovamento — è in ogni caso infinitamente minore di quel che farebbe supporre l'immagine classica del *vortice vitale*; solo una piccola parte degli alimenti introdotti nell'organismo è veramente assimilata alla sostanza vivente, ma la più parte sono destinati ad essere elaborati dal protoplasma, affine di costituire le riserve di cui l'organismo ha bisogno (glicogeno, albumina, grassi ecc.). Tali riserve o composti chimici non possono essere considerati parte costitutiva della sostanza vivente, ma sono piuttosto i prodotti della sua attività. Tali prodotti sono utilizzati per il rifornimento dell'energia necessaria al compimento di determinate funzioni vitali (movimento, secrezione, calore ecc.), compiendo l'ufficio analogo a quello che compie il calore in una macchina a vapore.

Comunque, si può dire che dalla più complessa miscela di sostanze chimiche che si trovano disciolte nel liquido nutritivo sono scelti quei composti e quegli elementi che sono utilizzabili per il compimento delle funzioni vitali o possono servire a reintegrare nella sua specificità la sostanza vivente. Mentre nella sostanza inorganica, nella formazione dei cristalli per esempio, si constata solo reciproca attrazione di molecole, tutte eguali fra loro, le quali non fanno altro che spostarsi nella soluzione per sovrapporsi le une alle altre, nei processi del metabolismo organico si hanno processi attivi di scelta di materiali differenti che volta a volta possono occorrere per la reintegrazione.

La vita ci si presenta così sempre col carattere di processo energetico sintetizzatore *sui generis*; il quale, nell'atto stesso che in un certo senso travolge nel proprio vortice la materia, la reintegra. S'intende pertanto come le strutture possano perdurare identiche, quantunque gli elementi componenti figurino in uno stato di continuo flusso, e come tutto l'organismo nel suo complesso possa conservarsi, giusta l'osservazione del Thompson, bruciando sempre e non consumandosi mai.

Uno dei principali rappresentanti dell'indirizzo fisico-chimico in biologia, il Loeb, affermò che gli organismi viventi possono essere

definiti *macchine chimiche*, risultanti di materie colloidali, che possiedono la proprietà di conservarsi e di riprodursi coi loro propri mezzi. La definizione del Loeb si trova però in contrasto con la tesi della riducibilità dei processi vitali a processi fisico-chimici, tesi con tanto calore da lui sostenuta. Non può bastare il qualificare gli organismi «macchine chimiche» (sempre che a tale termine sia conservato il proprio significato), per ridurli effettivamente a niente più che a macchine eliminando, con la maggior disinvoltura ciò che vi ha di essenziale, di caratteristico e di irreducibile nell'organismo.

Non è la qualità o il genere delle trasformazioni chimiche che avvengono nell'organismo, o anche il fatto che esse avvengono con procedimenti differenti da quelli in uso nei laboratori, non è questo che costituisce l'essenza del metabolismo vitale, ma è piuttosto il valore che assumono i processi fisico-chimici per la conservazione e per la continuità della vita. I processi fisico-chimici si presentano così combinati e connessi tra loro, da assicurare un risultato — la vita — che si eleva infinitamente al di sopra delle combinazioni chimiche.

Parlando delle trasformazioni energetiche, che hanno luogo nell'essere vivente durante la vita — trasformazioni energetiche che concorrono al dispiegamento delle varie funzioni —, abbiamo presentato l'organismo come il *luogo* in cui si svolgono determinati processi, nella massima parte chimici, che si succedono secondo un ordine fisso. Ora l'organismo non è semplicemente il *luogo* in cui accadono certi mutamenti. Esso per lo più risulta di parti eterogenee coordinate tra loro — apparecchi ed organi — che compiono determinati uffici. L'organismo per tale rispetto può esser paragonato veramente ad una macchina che, costruita in un certo modo, rende possibile il conseguimento di un determinato resultato, in base, naturalmente, alla conoscenza che si ha delle forze e delle leggi regolanti i fenomeni naturali. Così nell'organismo troviamo un apparecchio digestivo, che ha per ufficio di preparare, e di introdurre in quello che è detto *mezzo interno* dell'organismo, le sostanze necessarie alla vita degli elementi ultimi vitali (cellule); vi è un apparecchio circolatorio, perchè con opportuni meccanismi il mezzo interno penetri dappertutto nelle condizioni migliori, e sia anche continuamente rinnovato; vi è un apparecchio respiratorio, perchè

l'ossigeno, introdotto dall'esterno, si trovi a contatto degli organi e dei tessuti che ne hanno bisogno, e sia eliminato l'acido carbonico, prodotto di rifiuto. Potremmo continuare nell'enumerazione degli apparecchi che compongono l'organismo; ma quel che abbiamo detto può bastare per mostrare che organi e funzioni esistono quali mezzi per provvedere a ciò che è necessario alla conservazione della vita del tutto e delle parti. La legge della divisione del lavoro (legge del progresso economico) trova applicazione nella costruzione degli organismi appunto mercè la molteplicità degli organi e degli apparecchi; molteplicità che corrisponde al complesso delle condizioni necessarie alla vita.

Senonchè vuole esser tenuto conto del fatto che la corrente delle energie fisiche che attraversa il sistema organico suppone sempre la esistenza di determinati organi o strutture (del resto l'energia meccanica solo mediante una dinamo si trasforma in energia elettrica e poi in energia luminosa), poi deve esser tenuto conto delle peculiari relazioni tra la corrente di energia e i vari apparecchi dell'organismo. Dalla considerazione di tali relazioni derivano conseguenze della maggiore importanza.

Per ora non dobbiamo indagare il modo di formazione della *macchina* organica; l'assumiamo senz'altro già esistente. — Muoviamo dal dato che gli apparecchi e gli organi in tanto possono compiere il loro ufficio in quanto ricevono l'alimento dall'esterno. Si tratta di stabilir bene il modo di comportarsi rispettivamente dell'organo e dell'alimento (la corrente di energia), una volta che entrambi sono venuti in relazione tra loro nell'organismo. Se l'alimento, una volta penetrato nell'organismo, fosse utilizzato press'a poco come il combustibile in una macchina a vapore, il rapporto tra alimento ed organo (organismo) sarebbe relativamente semplice e chiaro. Alla stessa maniera che, nell'esempio della macchina, questa, agendo, consuma il combustibile (e solo a questa condizione può adempiere al suo ufficio), e, dopo l'azione e il consumo, ha bisogno di nuovo combustibile, così l'apparecchio organico, dopo il lavoro funzionale, avrebbe bisogno di nuovo alimento. L'alimento in tal caso non avrebbe e non potrebbe avere altro ufficio che quello di riparare al consumo fatto durante il funzionamento. Ma la cosa non istà precisamente così per quanto riguarda l'organismo, il quale ha bisogno di provvedere, oltrechè alla ricostituzione della riserva nel caso che essa per il lavoro funzionale sia consumata, alla ricostituzione della parte strutturale.

Sarebbe errore pensare che la struttura e il protoplasma vivo e attivo rimangano pressochè immutati per tutta la vita, sottraendosi alla vicenda del consumo e della ricostruzione, della disassimilazione e dell'assimilazione, che sarebbe propria solo della riserva. La macchina vitale, come ogni macchina, va soggetta a logoramento col tempo e coll'uso, e quindi ha bisogno anch'essa di ricostruirsi e di rinnovarsi. Ma la vicenda del logoramento e della ricostituzione della macchina (struttura) presenta caratteri particolari per cui dev'esser mantenuta distinta dalla vicenda, qual'è constatabile nell'attività funzionale. Si notano differenze in rapporto all'età, al grado di organizzazione e a mille altre condizioni, su cui ora non è il caso d'insistere. In ogni caso questo importa tener ben fermo, che il protoplasma vivo e attivo è anche esso modificabile, entro certi limiti, per l'azione della nutrizione: solo che è modificabile in modo e con un ritmo differente da quello in cui è modificabile il complesso delle riserve.

Noi abbiamo sentito il bisogno di richiamare particolarmente l'attenzione sul diverso comportamento della *struttura* e della *riserva* in riguardo al ricambio materiale, perchè in realtà si tratta di due momenti diversi del metabolismo organico e in fondo di due maniere differenti di dispiegarsi dell'attività vitale. Il lavoro funzionale nell'organismo consiste massimamente nel liberare l'energia che si è andata accumulando nei varii organi durante il periodo di riposo; invece il lavoro di rinnovazione strutturale (divisione e moltiplicazione di elementi vitali) è essenzialmente attività creativa, è produzione, diciam così, dell'essere vivente in ciò che ha di più caratteristico e di più profondo. Da quest'ultimo punto di vista è del tutto legittimo affermare che la vita è creazione. Comunque, devono esser sempre distinte le due fasi dell'azione effettiva e del riposo, se anche queste si presentano con caratteri differenti e sono differentemente condizionate. I due processi di disassimilazione e di assimilazione, di logoramento e di rinnovazione, inversi l'uno all'altro, si trovano così connessi tra loro che possono anche in certi casi figurare simultanei.

Quello che abbiamo detto si riannoda al duplice ordine di fenomeni che si possono facilmente constatare nei tessuti viventi: fenomeni *anagenetici* da una parte e fenomeni *catagenetici* dall'altra. All'ordine anagenetico apparterrebbero la costruzione dei tessuti, i fenomeni di crescenza, di riproduzione ecc.: all'opposto, il compi-

mento delle diverse funzioni vitali sarebbe da attribuire all'ordine catagenetico. Al processo di potenziamento e di elevazione dell'energia si trova contrapposto così quello di abbassamento o di degradazione. I fatti d'ordine catagenetico (fatti del funzionamento vitale) sono i più accessibili all'analisi e alla sperimentazione, giacchè sono quelli che più facilmente si ripetono e si riproducono anche artificialmente, mentre quelli di ricostruzione (la costituzione delle sostanze attive e plastiche) sono i più refrattari all'osservazione ed all'analisi. Quando si paragonano i risultati delle ricerche propriamente fisiologiche con quelli delle ricerche istogenetiche ed embriologiche salta agli occhi la differenza a cui si accenna.

D'altra parte basta gettare uno sguardo sulla ripartizione delle sostanze nutritive, quale si può osservare nei diversi organi del corpo vivente, per raffermarsi nella convinzione del duplice orientamento del metabolismo organico. Da un canto vi sono le sostanze quaternarie o albuminoidi che hanno la funzione essenzialmente plastica di rinnovare i tessuti; d'altro canto vi sono le sostanze ternarie — idrati di carbonio, grassi — che hanno un compito essenzialmente funzionale: le prime si riscontrano principalmente dovunque sorge la necessità di rinnovare e di ricostruire gli elementi organici, le altre invece dovunque è da dispiegare un'attività prevalentemente energetica. Le sostanze di questa ultima categoria, accumulandosi nella cellula, recano, sotto forma di potenziale chimico, l'energia destinata al dispiegamento delle varie funzioni, convertendosi infine in calore e in movimento. Se le prime costruiscono i meccanismi e gli apparecchi entro cui accade la conversione dell'energia, le altre rendono possibile questa stessa conversione. Si capisce perfettamente che le prime possano non aver *luogo di elezione* privilegiata, perchè le singole parti della macchina hanno tutte bisogno di essere mantenute, mentre le altre (gl'idrati di carbonio) si trovano distribuite inegualmente in rapporto ai varii bisogni dell'organismo. Esse infatti, trasportate dal sangue arterioso sotto forma di glucosio, vengono a depositarsi poi sotto la forma di glicogeno nelle cellule dei tessuti (è noto che una delle principali funzioni del fegato è quella di mantener costante il tenore del sangue in glucosio, mercè le riserve di glicogeno che la cellula epatica ha il compito di elaborare).

Ora ciò che importa considerare è che nel fatto della circolazione del glucosio a cui s'è accennato, e in quello dell'accumulo del glicogeno, si rivela come a dire lo sforzo dell'organismo a fornire energia

potenziale ai varii organi e tessuti (tessuto muscolare e tessuto nervoso), secondo i bisogni che in essi si fanno vivi di momento in momento. Così nel tessuto muscolare alla cellula è assicurata una certa riserva con la maggior quantità di glicogeno che i muscoli hanno in confronto degli altri tessuti; nel tessuto nervoso invece la riserva è in minor quantità, essendo essa facilmente ricostituita dal sangue nel momento stesso in cui è utilizzata. Da tal punto di vista il tessuto muscolare e il tessuto nervoso si rivelano privilegiati in quanto l'uno è fornito di una quantità considerevole di riserva e l'altro può esserne fornito a misura che ne ha bisogno.

L'errore in cui facilmente s'incorre è quello di pensare che il lavoro (funzionale), per ciò stesso che vale a provocare l'assimilazione nutritiva, figuri come causa produttiva di quella che potremmo dire attività morfogenetica; il che poi conduce all'identificazione dei due processi che vogliono esser mantenuti distinti. Non v'ha dubbio che il momento morfogenetico è constatabile nel metabolismo dell'essere vivente durante tutta la vita, ma non può esser trascurato il fatto che nel periodo di formazione dell'individuo acquisti una notevole prevalenza. Basta pensare, prescindendo da tutto il resto, al fenomeno dell'accrescimento.

Nell'organismo non si tratta di accrescimento per *semplice composizione* o *aggregazione*, vale a dire per l'aggiunta di nuovi elementi, provenienti dall'esterno, a quelli preesistenti, ma si tratta di *accrescimento qualitativo* per cui gli elementi rappresentano una nuova formazione e per cui essi, lungi dall'aggiungersi e dal sovrapporsi semplicemente ai preesistenti, si organizzano, venendo a contrarre speciali relazioni con essi, subendo modificazioni e adattamenti, secondochè lo richiedono le circostanze.

L'accrescimento nell'essere organico reca l'impronta di una determinazione originaria dell'attività vitale,[1] l'impronta di un peculiare impulso dell'essere vivente che acquista una sempre maggiore efficacia. Lo prova il fatto che nessun organismo si trova all'inizio nello stato che poi è destinato a raggiungere. L'accrescimento, lungi dall'essere indefinito ed *ex lege*, è rivolto a far raggiungere all'essere la forma che deve assumere nell'ordinamento generale degli esseri.

---

[1] L'accrescimento rappresenta, è bene tenerlo presente, la prima parte (parte ascensionale) della curva o del ciclo della vita.

Qui, anzi, si rivela ancora meglio il significato della « forma » quale uno degli aspetti da cui deve essere considerato l'essere vivente. Ciascun organismo ha una forma, una costituzione e una struttura determinate nelle parti che lo compongono e nel tutto; ma tale forma non è data bell'e fatta dall'inizio all'individuo (non è da questo, per così dire, *trovata*); è da esso raggiunta, dispiegando quella peculiare attività e compiendo quella funzione caratteristica che è appunto l'attività del crescere. Al conseguimento della forma ciascun vivente giunge, eseguendo gli atti e iniziando (o dirigendo) i processi vitali che sono imposti nei singoli casi dalle circostanze in cui esso si trova. L'esigenza della forma nell'accrescimento riesce veramente efficace con la costituzione delle singole parti e con la determinazione della struttura del tutto e poi col rinnovamento e colla riparazione di essa nel caso che ciò sia richiesto.[1]

Durante la vita non è dispiegata in fondo una forma di attività differente da quella che potè essere dispiegata nel periodo dell'accrescimento e dello sviluppo; solo che è dispiegata in grado senza confronto minore. Il carattere specificamente costruttivo di tale specie di attività viene ad esser posto in luce tra l'altro da questo che la « forma » o il « tipo » permane costante, nonostante le variazioni cui può andar soggetta la nutrizione e nonostante certe variazioni determinate dal lavoro funzionale e in generale dalle condizioni diverse in cui l'organismo si può trovare.

Poichè l'accrescimento non si riferisce alla pura grandezza estensiva, e, quasi direi, al *molteplice dimensionale*, si capisce come esso non si attui sempre con modalità identiche. C'è una forma di accrescimento che si realizza prevalentemente per *composizione*, vale a dire con l'aggiunta successiva di elementi omogenei (puro ingrandimento) e ci è l'accrescimento che si attua col processo caratteristico della differenziazione, col determinarsi di una eterogeneità qualitativa non

[1] Oggi si ammette che vi siano notevoli differenze, quanto a logoramento ed a rinnovamento, tra organo ed organo. Vi sarebbero organi, o, meglio, cellule, che si conservano e permangono pressochè immutate per tutta la vita (gli organi del sistema nervoso centrale, certi elementi delle pareti arteriose, le parti regolanti la funzione cardiaca), mentre ve ne sarebbero altre che assolverebbero in minor tempo il ciclo della vita. Comunque sia, rimane fermo che i singoli organi, come tutto l'organismo, hanno un ciclo di vita bene definito, per nascita, accrescimento, sviluppo naturale, vecchiezza e infine morte, come fu notato altrove.

scompagnata mai da integrazione, e ci è infine l'accrescimento che si compie nell'evoluzione ontogenetica, mediante il passaggio da uno stato all'altro, da una determinazione all'altra o anche mediante metamorfosi addirittura. Noi non possiamo fermarci a considerare ciascuno dei processi indicati, perchè noi qui abbiamo voluto riguardare l'accrescimento (raggiungimento di una determinata forma) solo in relazione al metabolismo organico (nutrizione, ricambio materiale).

VI.

L'ADATTAMENTO.

Gettando uno sguardo sulle differenti specie che costituiscono la sfera dei viventi, non si può fare a meno di notare che ciascun essere vivente si trova fornito da principio degli organi, delle funzioni — e, nel caso che si tratti di animali, degli istinti — che ne assicurano la vita in determinate condizioni. È in ciò che consiste il fatto dell'adattamento, quale si può facilmente constatare, prescindendo da ogni questione riferentesi all'origine di tal fatto. Ogni essere vivente, vogliamo dire, per ciò stesso che vive, viene a trovarsi o a porsi in equilibrio con se stesso e con l'ambiente per il continuo aggiustamento delle singole parti alle esigenze del tutto e delle relazioni interne a quelle esterne: il così detto mezzo interno (per esempio il grado di concentrazione delle sostanze disciolte nell'organismo, la relativa proporzione dei varî composti azotati e di quelli di carbonio ecc.) si conserva costante, malgrado le variazioni dell'ambiente esterno, grazie all'azione regolatrice di una serie di processi, che rivelano un ordine, un sistema di relazioni funzionali, la cui importanza non può sfuggire a nessuno. Se i singoli fatti (i singoli elementi dell'ordine) possono essere di natura meccanica, fisica, chimica, ecc., la disposizione, la combinazione, la coordinazione di essi trascendono il puro meccanismo, e non possono essere ricondotte all'azione del caso. Ora è appunto la combinazione o l'ordine degli accadimenti che, mentre costituisce l'organizzazione, è ciò che permane attraverso il mutare e l'avvicendarsi — il flusso — degli elementi.

Comunque, ad ogni organismo è inerente la tendenza a conservarsi, a persistere, attraverso le vicende per cui può passare. Tutto accade come se l'organismo avesse la rappresentazione della propria struttura e delle proprie funzioni, dei bisogni e dei mezzi per soddisfarli, e come se l'ufficio dell'eredità fosse appunto quello di trasmettere di generazione in generazione gli « abiti » primi e fondamentali.

L'adattamento in tutte le sue forme si trova realizzato mediante

il concorso di elementi differenti che vengono ad essere particolarmente connessi tra loro. Si pensi per un momento al concorso di circostanze veramente eccezionali per cui l'ambiente terrestre coi suoi costitutivi, l'idrogeno, l'ossigeno, il carbonio, e i loro composti stabili, quali l'acqua, e l'acido carbonico, riesce appropriato allo svolgimento della vita per una specie di adattamento reciproco: si considerino inoltre i moltissimi casi di conformità di particolari forme di organizzazione all'ambiente in cui esse vivono; si rifletta che le specie non si trovano solo acclimatate nell'ambiente in maniera più o meno precaria, ma si rivelano capaci di vivere, di riprodursi e di durare anche per un tempo lungo, grazie a dispositivi convergenti sempre al fine di assicurare condizioni di vita convenienti. I vegetali e gli animali ci forniscono infiniti altri esempi che valgono ad illustrare il fatto dell'adattamento nel senso che diciamo.[1]

La corrispondenza tra le determinazioni del sistema organico e quelle dell'ambiente non è nè il semplice risultato delle azioni esterne, nè il prodotto esclusivo dell'attività dell'essere vivente. Sta qui il carattere particolare della funzione adattativa, per cui, come l'organismo non foggia senz'altro il mezzo in cui vive, così il mezzo non crea l'essere vivente; c'è soltanto corrispondenza tra le due serie di fatti: corrispondenza che vuol esser chiarita nelle sue particolarità e nel suo fondamento. L'adattamento in un certo senso s'identifica con la vita: come sono molteplici le forme di organizzazione e le loro esigenze, così sono molteplici e differenti le condizioni di ambiente: e gli adattamenti non possono non diversificarsi appunto in rapporto alle forme di organizzazione ed alle differenze di ambiente.

Vi è una differenza esistente tra le varie forme di adattamento su cui importa richiamare l'attenzione, perchè vale a farci pene-

[1] Non abbiamo che l'imbarazzo della scelta nella citazione degli esempii. È noto, per esempio, che la defoliazione della maggior parte delle piante in certe stagioni, nei nostri paesi, è da porre in relazione con la disidratazione determinata dal fatto che in inverno la pianta traspira più che non possa assorbire acqua per mezzo delle radici. Nei paesi freddi, ma molto umidi, invero, vi sono foreste di faggi con foglie persistenti. Del resto anche nei nostri paesi le piante che conservano le foglie sono le piante a struttura xerofila, le conifere, o le piante che con dispositivi speciali possono rimediare ai danni della siccità. — È ammessa d'altra parte l'esistenza di un rapporto costante tra la pigmentazione della pelle e l'intensità delle radiazioni solari come tra l'esistenza di un processo degenerativo degli occhi e la dimora prolungata in un ambiente oscuro o poco illuminato.

trare nel cuore dell'argomento: vogliamo dire la differenza esistente fra gli adattamenti *congeniti* e gli adattamenti *acquisiti*. I primi sono adattamenti della *specie* e sono *trovati* dall'individuo alla sua nascita; gli altri invece rappresentano un acquisto fatto durante la vita. Si può dire che gli adattamenti della specie si estendono a tutti i casi di correlazione esistente tra organismo e ambiente fisico, tra organismo e organismo e finanche tra le parti di uno stesso organismo. Ogni forma di coordinazione constatabile nel mondo organico costituisce da tal punto di vista una manifestazione di adattamento. L'organismo, nascendo, e quindi trovandosi in un certo ambiente, prima che questo abbia potuto esercitare un'azione su di esso, si rivela fornito di tutti gli organi necessari per il compimento delle diverse funzioni vitali, costituendo un sistema, cioè a dire un tutto armonico sia in se stesso sia in relazione all'ambiente. E gli adattamenti ereditarii sono appunto quelli che compaiono durante il periodo di sviluppo dell'individuo. Si assiste in tal caso alla comparsa di organi, la cui funzione specifica potrà esser compiuta molto più tardi; così l'occhio del feto si forma nell'utero materno quando ancora manca la luce; lo scheletro, le articolazioni, i muscoli, si formano avanti che l'animale possa realmente compiere dei movimenti: lo stomaco e i polmoni del mammifero sono già formati, quando egli comincia ad essere in grado di servirsene. La corrispondenza tra le particolari determinazioni dell'organismo e le sue condizioni di vita si constata con tanta frequenza che, rispetto ad ogni organo e ad ogni elemento di struttura, spesso sorge il problema del suo uso: e invero organi, che in un momento di esagerazione, notava il Grassi,[1] erano stati creduti privi di funzione, si dimostrarono invece spesso necessarii alla vita.

Noi non ci fermeremo a considerare i singoli casi di adattamento congenito o ereditario, perchè ciò indurrebbe a fare un'escursione in tutto il campo della biologia speciale (vegetale ed animale), ma non possiamo fare a meno di ricordarne alcuni. Vi è l'adattamento tra gli organi e le funzioni in generale; vi è l'adattamento tra i diversi organi che concorrono al compimento di un'unica funzione, vi è l'adattamento degli organi a futuri bisogni (anticipazione di funzioni) che si osserva nel caso dello sviluppo embrionale o postembrionale; vi è l'adattamento autoregolativo, come può esser

[1] Nel suo discorso *La vita*, nel *Rendiconto dell'adunanza solenne dell'Accademia dei Lincei* del 5 giugno 1906.

quello per l'azione nervosa in genere, ovvero per l'azione degli ormoni, ovvero come quando, non potendo funzionare uno dei reni, l'altro intensifica la sua funzione e supplisce alla mancanza del primo. E vi è infine l'adattamento tra gli organi e le funzioni appartenenti a organismi differenti: il fiore offre all'insetto il cibo che gli è necessario per vivere, e l'insetto si fa pronubo della pianta che lo nutre, portando il polline a contatto del pistillo, e occasionando così la fecondazione.

Passando ora alla considerazione dell'altra classe di adattamenti (adattamenti acquisiti), diremo che essi hanno massimamente importanza, perchè valgono a porre in luce in casi particolari la cooperazione dell'organismo individuale alla determinazione dell'adattamento. I processi fisico-chimici del mondo inorganico — non modificato dall'opera dell'uomo — si pongono bensì continuamente in equilibrio con le condizioni energetiche ambientali, ma non tendono mai *spontaneamente* a porsi in uno stato energetico stazionario *utile*, nè a far di tutto per mantenervisi, nel caso che sopraggiungano agenti perturbatori. Ora questo appunto accade degli organismi. Gli organismi presentano variazioni nel dispiegamento delle loro funzioni che vanno da un *minimum* ad un *maximum*: ad ogni azione che abbia per effetto di allontanare il compimento della funzione dai limiti che le sono assegnati, l'organismo reagisce, procurando di ristabilire l'equilibrio, e tornando *alla norma*. In ogni modo l'organismo non subisce *passivamente* gli effetti delle azioni perturbatrici, ma oppone resistenza in vario senso. Non è il caso di ricercare qui ora come quella che abbiamo detto « norma » si sia stabilita per i varii individui, o meglio per le varie specie viventi, ma è certo che essa esiste e che ha necessario riferimento al *bene* dell'individuo e della specie. Con la parola normalità s'intende appunto significare *lo stato* — variabile solo entro certi limiti — in cui è possibile il compimento delle funzioni vitali nell'individuo e nella specie; colla parola anormalità si esprime l'opposto. Reagire, è stato detto da alcuni, vuol dire adattarsi, momentaneamente o durevolmente, ai mutamenti, effimeri o permanenti, che possono accadere nelle condizioni di vita.

Il peculiare rapporto tra l'essere vivente e l'ambiente, implicito sempre nell'adattamento, è essenzialmente di ordine pratico in quanto risponde ai bisogni e agl'interessi dell'organismo. Anche quando esso implichi variazioni di ordine fisico-chimico o energetico, queste si tro-

vano sottoposte a regola e a misura; e la regola e la misura risultano di solito conformi alle esigenze dell'organismo. La reazione ha il significato di mutamento necessario ed utile per la continuazione della vita. Basta riferirsi ad alcune delle più frequenti forme di adattamento individuale per convincersi della verità di quello che diciamo. È noto come una luce troppo forte riesca dannosa al protoplasma; ma essa, poichè ha anche per effetto di accrescere la pigmentazione della superficie esposta, contiene in certo senso il correttivo del danno. Mentre una pressione anche moderata sulla pelle può danneggiare in certi casi gli organi sottoposti, vale anche a determinare la formazione di callosità che sono anch'esse protettive. L'epidermide di piante esposte all'azione di acqua salata diviene più resistente, ed ha per effetto di proteggere il protoplasma dagli effetti nocivi del sale. Tutti sanno poi che l'uso ha per effetto di determinare l'ipertrofia di taluni organi (muscoli, glandole), mentre il non uso ha per effetto di determinare conseguenze opposte. Parimenti l'esposizione continuata a temperature inusitate produce l'acclimatazione come l'uso di cibi, anch'essi inusitati, può provocare la secrezione dei liquidi digestivi richiesti in tali casi. L'uso continuato di certi veleni può produrre manifestazioni di tolleranza. La produzione di tossine può dar origine alla formazione di antitossine. E i fenomeni di lesione possono esser seguiti da quelli di rigenerazione. Potremmo ancora moltiplicare gli esempi, ma tutti servirebbero a dimostrare come effettivamente l'organismo finisce per disporre di risorse, che in determinate condizioni riescono a garantirlo dai mali a cui si trova esposto. L'organismo non subisce semplicemente l'azione dell'ambiente, ma spesso l'utilizza a suo proprio vantaggio: ecco tutto.

I fenomeni di adattamento a condizioni nuove hanno per risultato di stabilire, direttamente o indirettamente, quello che si dice equilibrio stazionario utile nei processi fisiologici, sia creando nuove abitudini, sia modificando quelle preesistenti; o si stabilisce uno stato fisiologico nuovo, o si procura di ripristinare il vecchio col minimo possibile di modificazioni necessarie. In ciascun caso è presupposta sempre nell'individuo la capacità adattativa che è come insita alla vita, in quanto risponde all'esigenza che la vita sia conservata. Non c'è vita, abbiamo avuto già occasione di notarlo, che non sia accompagnata, o costituita, dalla *volontà di vivere;* e per tale volontà si vuole intendere appunto il potere di persistere nel proprio essere, contrapponendosi a ogni minaccia di distruzione.

Il protoplasma vivente si può ben caratterizzare, se si vuole, come un *sistema chimico* di tal natura da potere, per qualunque alterazione della sua struttura e della sua composizione «normale», provocare dei processi costruttivi, tendenti a restaurare la condizione primitiva (condizione normale); solo che bisogna tener presente che un tale sistema chimico non è che un'altra parola per indicare il tipo di «organizzazione»: e di un tipo di organizzazione di tal fatta non si può parlare che nel mondo dei viventi.

Il fatto è che ogni forma di adattamento a condizioni nuove implica sempre o la tendenza ad *opporsi* all'agente perturbatore o la tendenza a *riassorbirlo*, facendolo partecipe della condizione di vita nuova. Il protoplasma, turbato che sia nel suo metabolismo normale, non *ha requie* finchè non riesca a stabilire una nuova forma di metabolismo, che renda possibile il compimento delle funzioni essenziali. Il processo può esser paragonato a quello del *trial and error*, col quale la maggior parte dei behavioristi, e specialmente il Jenning, hanno cercato di spiegare i movimenti adattativi degli organismi. La tendenza a raggiungere uno stato, che offra condizioni di stabilità per il vantaggio che reca, si attuerebbe sempre dopo molteplici tentativi e dopo la scelta dello stato dimostratosi preferibile perchè più adatto.

Può sembrare che una tendenza analoga si constati nel mondo inorganico, quando, essendo ineguale la pressione osmotica tra due liquidi separati da una membrana permeabile, l'equilibrio è automaticamente ristabilito, o quando, la tensione dei gas differendo dai due lati di una membrana permeabile, si ha il fenomeno della diffusione attraverso la membrana fino a che la tensione non risulti uguale dalle due parti. Sarebbe facile moltiplicare gli esempi, riferendosi specialmente al decorso di certe reazioni chimiche; ma, se tutti i fatti, che in tale senso si potrebbero raccogliere, presentano caratteri analoghi a quelli delle regolazioni compensative constatabili negli organismi (equilibri tra i singoli processi fisiologici o tra l'organismo e l'ambiente), se ne distinguono però, oltre che per la loro complessità, per la loro coordinazione in vista del conseguimento di uno scopo definito, più o meno lontano.

Il problema dell'adattamento viene così a coincidere con quello della finalità. I fenomeni nella natura organica sembra si svolgano secondo determinate direzioni e per il conseguimento di re-

sultati, a cui non può essere attribuito peculiare valore. Ora la questione non può essere circa l'esistenza nel mondo di processi teleologici, ma piuttosto circa la possibilità di determinare con sufficiente esattezza e precisione il modo in cui i fini agiscono, tramutandosi in cause. È da escludere che per opera del caso si siano potute determinare certe variazioni nella struttura degli organi e le loro correlazioni colle esigenze della vita degli organismi. L'evoluzione non può avere il significato di lavoro di Sisifo, una volta che essa mena all'accrescimento di perfezione nell'organizzazione e quindi al sorgere di nuovi valori; solo che importa, come dicevamo, chiarire la natura e l'azione dei fini.

I fini presi per sè non determinano la loro propria realizzazione. Come un castello distrutto non è più un castello (perchè in tal caso l'aggettivo *modifica* il sostantivo), così un obbietto o un fatto semplicemente rappresentato non può equivalere ad un oggetto o a un fatto reale. Perchè un contenuto rappresentativo diventi operativo è necessaria la cooperazione di un soggetto che mediante l'attività pratica lo traduca in obbietto o fatto reale. L'idea di fine ha, infatti, il suo fondamento nell'esperienza interna e si riferisce alla particolare relazione esistente tra certe determinazioni dell'attività pratica (desiderio, volontà) e i loro obbietti. L'uomo, fornito com'è di volontà, d'intelligenza e d'autocoscienza, è capace di proporsi dei fini e di porre in opera i mezzi per realizzarli. Egli, facendo sua l'anticipazione mentale del fatto da realizzare, finisce per mettere a disposizione di essa tutta l'energia di cui egli dispone in un certo momento. È a questa condizione che il fine da pura *idea* diviene fatto. Il fine suscita, in tal caso, i mezzi, che sono poi un'altra parola per indicare le cause ritenute atte a produrre un certo *effetto* (realizzazione del fine). Non vi è e non vi può essere contradizione in tal caso tra causazione e realizzazione del fine mentalmente anticipato. I fini per sè (pure rappresentazioni) non agiscono e non possono produrre cangiamenti. Essi possono contribuire alla determinazione delle cause efficienti solo a condizione che non rimangano pure rappresentazioni mentali, ma assumano il valore di *motivi* (cause psichiche) agenti. E possono assumere un tal valore, suscitando particolari determinazioni dell'attività pratica.

È facile pertanto capire che i fini possono avere valore esplicativo solo nella sfera dei prodotti umani; perchè solo in tal caso si trovano realizzate le condizioni per la trasformazione dei fini in cause.

Per potere estendere l'uso della nozione e del principio di fine al di fuori del campo umano, bisognerebbe poter supporre gli oggetti presi a considerare forniti delle potenze psichiche che rendono appunto intelligibile l'azione dei fini nell'uomo, ma, poichè un tale assunto si trova in contraddizione con tutto quello che conosciamo degli oggetti esterni e degli organismi in generale (se se ne eccettuano gli animali più vicini all'uomo), è da escludere la legittimità dell'estensione della nozione di fine. Ed ecco che per la spiegazione dei fatti dell'esperienza esterna non può essere adottato altro principio che quello di causalità. Bisogna riferirsi alle cause ritenute capaci di determinare gli effetti, per poter appagare le esigenze della ragione. Naturalmente tali cause, avendo il valor di *cause seconde,*[1] anche quando si riferiscono a fatti ultimi, che possono essere soltanto descritti e constatati, fanno sorgere l'esigenza di un'ulteriore ricerca, della ricerca del loro fondamento e della loro origine.

Comunque, il compito della scienza biologica — come quello di ogni altra scienza — può essere soltanto quello di chiarire, approfondire, estendere, la conoscenza delle cause seconde (constatabili per mezzo dell'esperienza) per la spiegazione dei fenomeni particolari. Nel campo della natura esterna è vano riferirsi ai fini come a principii di spiegazione dei fatti, perchè, per precisare i modi in cui i fini agiscono, bisognerà riferirsi sempre alle cause seconde. Solo in tal guisa le manifestazioni teleologiche possono avere un'interpretazione sufficiente. I fini possono essere concepiti solò come agenti per le cause seconde, escludendo che essi siano semplici anticipazioni mentali, ma in tal caso non si esce dalla considerazione dei rapporti causali. In base alla conoscenza delle cause seconde si giunge alla determinazione dei loro modi di operare e quindi alla spiegazione dei fatti. Naturalmente alle cause seconde non possono essere attribuite capacità od attitudini, che non siano giustificabili dalla conoscenza che per altra via di esse si ha: non è lecito assumere arbitrariamente nelle cause seconde l'esistenza di proprietà, che non sieno garantite dall'esperienza o dal ragionamento.

Poichè nella natura fisica non resulta che esistano coscienze capaci di avere la rappresentazione dei fini e di agire in conformità di essi (poichè in sostanza nel mondo esterno non sono da ammettere forme di autocoscienza identiche a quella umana), le manifestazioni

[1] Adoperiamo l'espressione in uso nella filosofia scolastica, volendo significare le cause non aventi in sè la loro ragione ultima.

teleologiche constatabili nella natura dovrebbero essere considerate effetti di azioni trascendenti; senonchè i fenomeni della natura, compresi quelli della natura organica, non possono avere il valore di effetti di azioni trascendenti, perchè si compiono secondo leggi naturali. Fenomeni come gli adattamenti degli organismi possono ricevere una spiegazione plausibile solo riferendosi a forze e a condizioni naturali (cause) e non già ad atti creativi (diretti) di una Potenza trascendente. Può darsi che le forze e le condizioni, a cui s'accenna, rimangano in parte o in tutto ignote in un certo tempo, ma è da escludere che esse siano al di sopra o al di fuori della natura, salvo che la stessa distinzione tra ciò che è naturale e ciò che è soprannaturale non voglia esser dichiarata destituita di ogni significato. Fatti come la fecondazione dell'uovo, lo sviluppo dell'embrione, la formazione dell'occhio, l'assuefazione ai gradi estremi di temperatura o l'acclimatazione, la tolleranza per certi veleni, i fenomeni di rigenerazione e così via, sono posti da tutti senza esitazione nella categoria dei fatti naturali, nella categoria dei fatti spiegabili per l'azione delle cause seconde, vogliamo dire senza fare appello alla Causa ultima. Il che poi non esclude che giunga il punto in cui una tale Causa possa e debba essere invocata.

Manca, vogliamo dire, ogni prova per poter ammettere un'*azione diretta* del Soggetto trascendente sopra questa o quella determinazione della realtà sperimentabile: un tale assunto verrebbe a trovarsi in contradizione coi risultati più sicuri della cognizione scientifica, anzi verrebbe a trovarsi in contradizione con la stessa possibilità della scienza. L'azione diretta del Soggetto trascendente non potrebbe mai dar ragione delle differenze che pure si constatano tra le diverse manifestazioni teleologiche nei varii campi della realtà. Poichè l'azione diretta può essere invocata con egual diritto per tutti i fatti che accadono nell'universo, essa non può valere a chiarire gli obbietti nei loro caratteri particolari e differenziali. Sembra a prima vista che l'azione del Trascendente possa spiegar tutto; ma in realtà non spiega nulla; tale azione può rappresentare solo un *presupposto* per un'interpretazione adeguata dei più differenti ordini di fatti. Per ciò stesso essa vale tanto per il sole che splende come per l'uragano che distrugge, tanto per l'animale o la pianta che vive e che prospera quanto per il veleno che uccide. Se è vero che « non cade foglia che Dio non voglia », è vero altresì che il ricorso a Dio non può spiegare il comportamento diverso delle foglie che cadono e di quelle che non cadono.

In ogni modo l'azione del Trascendente non può non dispiegarsi sempre attraverso le cosiddette cause seconde, ed ecco che l'attenzione vuol essere rivolta anzitutto alle cause agenti nel mondo dell'esperienza, perchè solo esse contengono la spiegazione dei fenomeni. Solo che dalla considerazione delle cause seconde si può essere indotti a risalire ad una Causa che le oltrepassi; la conoscenza della quale però risponde bensì a particolari esigenze della mente, ma non può sostituire l'opera della cognizione scientifica, che si compie sempre ed esclusivamente *per causas*.

Dal punto di vista della scienza e della filosofia, non bisogna mai dimenticarlo, l'origine dell'ordine e del meccanismo, che pervadono e dominano l'universo, ci si presenta sempre problema assillante. La scienza è principalmente rivolta alla determinazione dei processi (meccanismi) per cui si realizzano le varie categorie di fatti; e non vi è spiegazione scientifica che nel fondo non sia deterministica, solo che il meccanismo non può spiegare se stesso. La conoscenza di un meccanismo qualsiasi ci può far intendere il modo come esso operi; ma non ce ne spiega nè il valore nè l'origine. La conoscenza dell'organizzazione di un animale e di una pianta ci può mostrare il modo di agire della pianta e dell'animale, ma non ci rivela la natura (teleologica) dell'organizzazione. Può essere ammesso che tutto il processo dell'evoluzione cosmica abbia il carattere di « meccanismo » in quanto è determinato da cause, ma ciò non toglie che legittimamente possa essere riconosciuta una tendenza teleologica esplicantesi parallelamente al meccanismo senza interferire con esso. È compito della scienza riconoscere o accertare ciò che è. Ma dalla scienza stessa risulta che ciò che è, presenta il carattere teleologico in quanto è processo di realizzazione di valori. La connessione, o anche il contrasto, del meccanismo con la teleologia, è, potremmo dire, alla base dell'ordine generale della natura, il quale poi può divenir perciò obbietto di considerazione da due punti di vista integrantisi a vicenda.

Per formarsi un'idea, sia pure approssimativa, della connessione in cui il meccanismo [1] si trova con l'ordine di attuazione dei valori non si ha che da rivolgere l'attenzione a tutta quella serie di fatti che nel mondo organico valgono ad illustrare la capacità negli esseri viventi di piegare, diciamo così, l'azione delle cause agenti nell'uni-

---

[1] Al meccanismo vuol essere attribuito il significato generale di determinismo delle cause efficienti (determinismo costante, universale e cieco).

verso fisico alle esigenze della propria vita (esigenze della vita dell'individuo e di quella della specie). Gli atti riflessi, semplici, complicati o variamente condizionati che siano, le attitudini sortite da natura o create dall'abitudine, gli automatismi che possono esser designati con la qualifica di *chiusi* o *aperti*, e infine le varie categorie d'istinti, non sono che aspetti diversi del fatto fondamentale del compenetrarsi vicendevole del comportamento meccanico con quello spontaneo e libero. Noi accenneremo soltanto all'attività istintiva che in un certo senso tutte le azioni pratiche comprende, riassume ed eleva al più alto valore.

L'istinto compendia in sè i caratteri propri dei meccanismi che valgono bensì a dar ragione di una serie di fatti particolari, ma hanno bisogno essi stessi d'interpretazione. L'istinto ha appunto il valore di causa seconda, perchè, mentre contiene la ragione di certe determinazioni particolari, ha bisogno essa di spiegazione. L'istinto determina risultati utili per l'individuo e per la specie; ma questi resultati determina con procedimenti che sfuggono totalmente alla luce della coscienza: « L'istinto, ha detto un eminente biologo (G. B. Grassi nella *Memoria* citata), è la facoltà di compiere certi atti, corrispondenti a certi fini, di cui non si ha previsione, e di compierli perfettamente di primo acchito senza fare alcuna prova ». L'istinto però mentre presenta i caratteri di un fatto naturale, svolgentesi per intrinseca necessità, presenta anche le note di operazione psichica compiuta dall'individuo in determinate circostanze, di operazione modificabile in rapporto alle stesse circostanze. Per certi rispetti è operazione fisica, ma per altri rispetti è attività, che si esplica con la cooperazione di certi *mezzi*, i quali non di rado sono mezzi psichici e agiscono secondo leggi psichiche (imitazione, esempio, suggestione, contagio, abitudine).

Gl'istinti sono riconducibili sempre a tendenze originarie (sortite da natura) esplicantisi secondo determinate regole e conducenti a determinati risultati. Per quanto le operazioni non siano compiute alla luce della coscienza, nè siano mentalmente anticipate nelle loro modalità e nei loro risultati, agli occhi di chi contempla i processi dal di fuori e rivolge l'attenzione soprattutto ai termini che via via sono raggiunti, assumono il valore di *azioni volute* per il conseguimento di certi fini. Vi sono forme della condotta istintiva, che non possono non essere ritenute del tutto cieche: se artificialmente si fa un buco nel fondo di una celletta costruita dall'insetto, il cibo, che

a mano a mano egli vi deposita, naturalmente esce fuori; ciò nonostante l'insetto continua il suo lavoro e ad un certo momento chiude la celletta come se fosse piena. In tal caso sembra che s'abbia a che fare con una successione puramente automatica di atti, i quali, collegandosi strettamente fra loro, costituiscono un tutto non modificabile per alcuna azione estrinseca. Ma sarebbe errore pensare che una tale maniera di comportarsi sia generale, costante e non soffra eccezioni. Fu osservato, per esempio, da uno studioso competentissimo come il Wasmann, che le formiche possono impiegare in modi diversi le loro facoltà innate; esse non procedono, nella costruzione dei loro nidi, col ritmo di una macchina, ovvero seguendo un rigido modello, ma ciascuna procede seguendo i propri impulsi e un proprio piano. E, si noti, la più zelante e la più svelta è quella più imitata, e finisce per essere di esempio alle altre.

L'operazione istintiva ha bensì i caratteri del meccanismo, costruito dalla natura, e non già dall'arbitrio dell'individuo vivente, ma un tale meccanismo talora è suscettibile di variazioni, di modificazioni e di perfezioni successive, anche quando rimanga costante lo schema generale (schema pratico). Se la tendenza generale si sottrae all'influenza e all'iniziativa individuale, le modalità di esplicazione di essa non solo sono aperte agli influssi estrinseci, ma possono risentire più o meno potentemente l'efficacia della spontaneità individuale. Se in altri tempi potè esser diffusa la credenza che l'essere vivente riceve dalla natura tutto quel che gli occorre per vivere e per prosperare, a misura che si è andato estendendo il campo di osservazione, si è dovuto constatare che gli organismi riescono a soddisfare i loro bisogni nelle maniere più diverse, nuove e inaspettate. Anzi si è potuto notare che le operazioni della natura — coi loro risultati — riproducono spesso i difetti che sono deplorati nelle azioni e nelle costruzioni fatte dall'uomo. Accanto alle meraviglie si riscontrano numerose manchevolezze ed errori.

L'istinto, come non è da considerare opera del caso, così non è da considerare opera direttamente compiuta dall'Intelligenza o dalla Potenza infinita. L'istinto anche per tale rispetto ha i caratteri propri delle « cause seconde » che non sono identificabili con la Ragione e la Causa assoluta, se anche da essa possono in determinate circostanze esser regolate o dominate. È un fatto che certe forme di condotta degli organismi possono ricevere luce solo riferendosi a particolari tendenze originarie (che è un'altra parola per designare gl'istinti): solo che

tali tendenze originarie vanno accettate per quello che realmente sono, e non già ammesse come una specie di duplicato dell'attività mentale, quale si osserva nell'uomo. Le tendenze originarie, cui s'accenna, possono esser seguite nei varii gruppi e nelle varie specie di organismi in tutte le loro determinazioni e variazioni e da tal punto di vista riescono a gettar luce sulla condotta degli organismi.

Se non che le tendenze in certi casi possono essere alla lor volta spiegate, come del resto le cause seconde posson esser sempre ricondotte ad altre cause, finchè non sono raggiunti quei dati veramente ultimi, che possono essere solo constatati, descritti, indicati. Le tendenze spesso per i caratteri che presentano di variabilità, di sviluppo, di progresso, di perfettibilità, di azione reciproca ecc., non potendo essere assunte a principii ultimi di spiegazione, possono e devono formare oggetto di un'ulteriore ricerca. E invero gli istinti particolari sono talora riconducibili all'azione di cause, che in vario senso hanno potuto determinarli.[1]

Solo che a tal proposito occorre fare due osservazioni. La prima è che nel regresso causale non si può procedere all'infinito; col risalire di causa in causa si giunge sempre alla constatazione di certe esigenze, che potremmo dire essenziali e costitutive degli esseri od obbietti presi a considerare. L'altra è che il processo causale, mentre in una delle sue direzioni, risalendo dagli effetti alle cause, si spinge sempre più verso gli antecedenti e quindi verso il passato, nell'altra sua direzione, seguendo gli effetti delle cause che si succedono, giunge necessariamente alla determinazione dei differenti risultati; mentre in una direzione, vogliamo dire, l'attenzione è rivolta verso lo studio delle cause, nell'altra direzione è rivolta alla indicazione delle conseguenze. In questo caso tutto il processo finisce per essere considerato, se possiamo dire così, attraverso il valore dei risultati. I rapporti causali costitutivi del processo figurano come momenti preparatori dell'effetto ultimo a cui è attribuito il massimo significato. Ed ecco che da tal punto di vista la considerazione causale e quella teleologica vengono come ad esprimere due aspetti di un unico fatto. Le cause potettero operare e operarono indipendentemente da qualsiasi riguardo al fine, da qualsiasi anticipazione mentale di esso; ma d'altra parte esse, così operando, determinarono risultati che s'impongono

[1] Per alcuni rispetti la ricerca intorno all'origine degl'istinti si connette però strettamente con quella circa l'origine delle specie viventi.

necessariamente all'attenzione di chiunque riflette. Se per un rispetto è da escludere che le cause abbiano agito in vista del risultato, che fu conseguito, è innegabile d'altra parte che le cause furono in grado di raggiungere il risultato del cui valore non è lecito discutere.

Conchiudendo, i diversi momenti di un'operazione istintiva complessa si succedono per una necessità causale intrinseca, senza alcun riguardo alla mèta che in realtà è raggiunta; rimane il fatto però che i momenti stessi, succedendosi in un certo modo, giungono al risultato di assicurare la vita dell'individuo e della specie. Ciò facendo, essi figurano mezzo di realizzazione dei fini. Certo per chi voglia assurgere ad una visione sistematica della realtà si impone la necessità di fare un altro passo innanzi, mostrando in che maniera i punti di vista accennati possano essere veramente complementari e unificarsi; ma a noi importava mostrare qui che ad un'unificazione reale, e non illusoria, si può giungere solo attraverso l'approfondimento delle cause seconde, non mai saltando per così dire queste. Allo stesso modo che la vita non fu creata per un atto di arbitrio, così non può esser conosciuta con un *atto di intuizione*, bensì per un processo di analisi e sintesi.

VII.

L'ATTIVITÀ RIPRODUTTIVA.

1. — L'attività riproduttiva in generale.

Abbiamo detto che uno degli aspetti da cui può e deve essere considerato l'essere vivente è l'individualità, che fu definita con le note dell'*unificazione* e della *centralizzazione*, vale a dire col riferimento delle molteplici funzioni ad un centro comune. Tale considerazione dell'individuo nel mondo organico non è in opposizione col fatto che ciascun essere vivente dà origine ad altri esseri e s'interessa ad essi come s'interessa a sè stesso, quando non vi s'interessa dippiù (impulso riproduttivo). Ogni opposizione viene a cessare, facendo distinzione fra il punto d'origine degli atti e delle funzioni e il termine a cui essi metton capo. Il punto di origine è sempre nell'individuo: si tratta del modo di comportarsi di esso per rispondere a certe esigenze della propria natura, seguendo certi impulsi. Nella riproduzione il termine o il risultato della funzione oltrepassa certo l'interesse dell'individuo agente in un determinato sito dello spazio e in un determinato momento del tempo, senza che si possa dire però che trascenda la considerazione dell'individualità in genere. Nell'attività riproduttiva l'interessamento in fondo è sempre rivolto alla sorte ed al bene di certi individui; solo che questi sono differenti dall'individuo agente primitivamente in una certa situazione. L'interessamento è rivolto sempre all'individuo, ma all'individuo, o agli individui, che figurano una continuazione dell'individuo originario. Non è la durata indefinita di un certo essere che rappresenta o può rappresentare il termine degli atti e degli sforzi del vivente singolo, ma è il prolungamento della vita dell'individuo in genere. Solo in tale maniera sembra possibile il prolungamento della vita: si ha sempre l'unificazione e la centralizzazione degli atti e delle funzioni vitali,

se anche l'unificazione e la centralizzazione si trovano realizzate in condizioni diverse da quelle primitive.

Nella vita di ogni organismo si possono distinguere due fasi; l'una che potremmo dire individuale e l'altra riproduttiva, se anche non è da attribuire soverchia importanza a tali designazioni verbali. Durante la prima l'energia dell'essere vivente è spesa per il bene e per il vantaggio dell'individuo singolo: durante la seconda entrano in azione funzioni speciali che, esplicandosi, oltrepassano gl'interessi dell'individuo. Si può osservare a tale riguardo che spesso la natura (e per natura si vuole intendere l'ordinamento, la disposizione generale delle cose) non miri tanto a garantire la vita dell'individuo quanto quella della specie; solo che si deve aggiungere che in fondo, per garantire la vita della specie, dev'essere sempre garantita quella degl'individui, e che non è possibile garantire l'una, trascurando del tutto l'altra, se anche quando è garantita la vita dalla specie spesso si viene a proteggere la vita di individui che sono altri da quelli che in realtà sono sacrificati.

Il fatto è che non vi è pianta, non vi è animale che non provveda alla continuazione della specie, in qualunque modo vi provveda. Nelle forme meno elevate di vita, l'individuo, appena ha raggiunto lo stato di accrescimento normale, si scinde in due parti, ovvero distacca da sè (per gemmazione) una piccola parte. A misura che si sale nella scala degli esseri viventi, si nota che la moltiplicazione è accompagnata da una serie di cangiamenti di cui non è agevole sempre dare un'interpretazione adeguata. Nell'*Ameba*, per esempio, si constata la pura scissione, mentre nel *Paramoecium* si ha coniugazione con scambio della sostanza nucleare. È notevole il fatto che gli esseri, che si uniscono mediante coniugazione, possono essere di una medesima provenienza (autofecondazione, nella *Vaucheria*). Vi sono però forme di coniugazione di cellule, che non derivano da un medesimo organismo, per esempio nella *Vorticella*.

Nei gradi più elevati dell'organizzazione (tanto nelle piante che negli animali) la forma di riproduzione più diffusa è quella sessuale. Il che poi non toglie che contemporaneamente si possa constatare la continuazione della riproduzione asessuale, la quale anzi in certi casi può essere prevalente (esempio negli animali l'Idra e nei vegetali tutte le piante che si propagano per tuberi, per bulbi ecc.). Vi sono poi i casi in cui i due modi di riproduzione si alternano: nell'*Obelia*, per esempio, la forma sedentaria dà origine per gemma-

zione a forme nuotanti liberamente nell'acqua, e queste poi dànno origine ad elementi riproduttivi maschili e femminili che in seguito alla fecondazione si sviluppano in forme sedentarie.

Può essere opportuno qui notare il fatto che nelle piante più elevate si trovano adottati mezzi per evitare l'auto-fecondazione. Tra le fanerogame, per esempio, anche quando i fiori maschili e femminili maturano nello stesso tempo, l'autofecondazione non costituisce affatto la regola, perchè le antere e gli stigmi d'ordinario non si aprono simultaneamente e perchè la posizione dei due organi è tale da impedire l'autofecondazione. Vi sono piante poi che hanno due specie diverse di fiori e queste non maturano nello stesso tempo. Vi sono infine specie di piante che hanno una specie sola di fiori, o quella maschile o quella femminile. La natura, si può conchiudere, sembra che aborra dall'autofecondazione continua: tanto più che un fatto analogo a quello che si riscontra nelle piante si constata negli animali, dove non solo le forme ermafrodite sono molto rare, ma in esse si trovano spesso disposizioni atte ad impedire l'autofecondazione.

Ed un'altra osservazione è necessario fare circa la riproduzione in generale. La riproduzione sessuale negli animali, come vedremo ancora meglio in seguito, avviene per il distacco dagli individui di cellule speciali, che, fondendosi con particolari procedimenti, determinano lo sviluppo ontogenetico. Il prodotto della fusione è destinato ad assumere la forma dell'uno o dell'altro essere da cui deriva. Ora, mentre negli animali si constata chiara e netta la distinzione delle *cellule germinali* da quelle *somatiche*, nelle piante le cellule germinali non differiscono in nulla da quelle somatiche e fanno la loro comparsa nel tempo della riproduzione. Pur attraversando stadi di preparazione sostanzialmente simili a quelli che presentano negli animali, dopo la fecondazione non serbano il loro carattere specifico (riproduttivo) e divengono senz'altro cellule identiche alle altre vegetative.

Abbiamo accennato ai tratti fondamentali e caratteristici della funzione riproduttiva, mostrando specialmente come per il compimento di tale funzione (nel maggior numero dei casi) si richiede la cooperazione di due individui, se anche questi conservano di solito, ed entro certi limiti, il carattere di sistemi indipendenti. In nessuna altra funzione come in quella riproduttiva si constata il fatto che i

processi vitali si compiono per le forze che hanno sede bensì negl'individui senza che si possa dire che abbiano il loro fondamento esclusivamente in esigenze e in determinazioni individuali.

Sembra che la *scissione* o il *distacco* di un elemento vitale da un essere preesistente possa essere riguardata senz'altro una proprietà fondamentale della sostanza vivente; sarebbe errore però identificare tra loro le diverse forme di scissione che si possono riscontrare nei fatti vitali (come vorrebbero fare coloro che ammettono un processo di scissione non soltanto nell'organismo elementare qual'è la cellula, ma anche in granuli di diversa natura, granuli di cromatina, mitocondri, plastidi ecc.). Ciò che vi ha di proprio e di caratteristico nella divisione onde risulta la moltiplicazione degli esseri viventi, rispetto a ogni altro processo di frammentazione, è che quel che prima figurava come un semplice elemento o parte assume il significato di principio o di centro di funzioni molteplici, simultanee o alternantisi, in modo da costituire un ciclo fisso. Questo appunto sembra che sfugga a coloro che considerano i singoli granuli divisi o divisibili come veri e propri « individui viventi » quando nel fatto tali granuli, dividendosi, non assumono il valore di principii o centri di vita, bensì si presentano sempre come parti o elementi costitutivi di sistemi più o meno complicati (individui). I granuli nelle loro divisioni successive rappresentano soltanto talora mezzi per il conseguimento del risultato finale che è la divisione di tutto il sistema.

Nella funzione riproduttiva la « scissione » è solo un aspetto del fatto totale, che è la costituzione della nuova individualità. Ed ecco che sorge spontanea la domanda: la nuova individualità è da concepire o no in un certo senso preesistente? Alla domanda non si può rispondere che negativamente, quando soprattutto si tenga conto delle diverse maniere in cui la moltiplicazione degli individui ha luogo. Lasciando stare la questione che degli individui ritenuti preesistenti dovrebbe pur essere spiegata l'origine, per quanto tale origine sia spinta indietro, e prescindendo dalla diffcoltà di ammettere un numero pressochè inverosimile di germi viventi degli organi generativi, rimane poi sempre da spiegare il modo di esistere degli individui concepiti come preesistenti. Date le modalità in cui la moltiplicazione degli individui in molti casi ha luogo, ci si trova di fronte all'antinomia che da una parte bisognerebbe ammettere che gl'individui preesistenti fos-

sero pressochè sforniti dei caratteri della materialità, e dall'altra che richiedessero necessariamente un sostrato materiale, perchè senza di questo parlare di scissione o di moltiplicazione è un non senso.

Esclusa l'alternativa della preesistenza, non rimane che l'altra; quella della formazione del nuovo individuo in determinate condizioni, che devono essere supposte, come è facile capire, di natura peculiare; solo che i processi preparatorii, e le « disposizioni » che devono essere presupposte, non possono meritare la qualifica alla loro volta di *individui* preesistenti. La nuova individualità non è determinata certo *dal buon piacere* dell'organismo preesistente, il quale nei casi ordinari compie l'ufficio di tramite per la conservazione della specie, e anzi in molti casi trova la morte nel processo stesso della generazione; e neanche dal concorso di condizioni esterne, perchè ciò contradirebbe al principio *omne vivum ex vivo*. È da escludere d'altra parte l'azione del caso o del miracolo; perchè ciò sarebbe in opposizione con le esigenze fondamentali di ogni spiegazione scientifica. La soluzione della questione può essere trovata solo nella considerazione, che una delle funzioni caratteristiche degli esseri viventi è quella riproduttiva. Le forme della riproduzione sono differenti: ve ne sono di quelle semplici e di quelle complesse; forme mutevoli o alternantisi e forme fisse o stabili; ma quel che riman fermo è che in tutto il mondo organico gl'individui hanno origine sempre da altri individui. La generazione implica sempre determinati processi fisico-chimici, ma questi sono combinati tra loro sempre in guisa da poter determinare il risultato della produzione di uno o più altri individui.

Giova riflettere che per tale via non è soltanto l'individuo che viene ad esser conservato, ma è la specie; anzi in certe circostanze può apparire che l'interesse per la conservazione della specie prevalga di fronte a quello della conservazione degl'individui singoli.

L'individuo — non certo, come dicevamo, per una specie di decisione volontaria, ma per un imperativo della propria organizzazione — non può fare a meno di dispiegare una forma di attività per la produzione di altri individui simili a sè. Si è parlato finanche del *Genio della specie* che agirebbe sugl'individui, piegandoli al suo volere, ma tale modo di dire figurato non può avere altro significato che quello del fatto dell'esistenza di una funzione essenziale dell'essere vivente, qual'è quella riproduttiva. Da un certo punto di vista può sembrare che il sistema organico individuale compia semplicemente l'ufficio di *veicolo* del germe, la cui custodia importerebbe soprattutto

assicurare; ma non può essere trascurata la considerazione che il germe in fondo vale in quanto mezzo di attuazione di una nuova forma vivente, la quale poi ha importanza per sè, per i caratteri e attributi che possiede e per gli uffici che compie. Tali uffici non possono esaurirsi nella custodia del germe.

L'originarsi della vita (individuale), mentre costituisce un fenomeno che non ha l'analogo nella natura inorganica, si presenta, come si disse disopra, nelle forme più differenti e complicate tanto nei gradi infimi quanto in quelli elevati. Fermiamo per un momento l'attenzione sulla riproduzione cellulare, sia perchè essa coincide con la forma di riproduzione di organismi anche semplici, sia perchè costituisce uno dei tratti impliciti nelle varie forme di generazione. Si può anzi aggiungere che le differenze tra le varie specie di propagazione non derivano da differenze nel modo di riprodursi dell'elemento organico che è detto cellula, bensì da particolarità che accompagnano o precedono il fatto della riproduzione cellulare. Anche per la cellula si può dire che *omnis cellula e cellula* sia che essa appartenga al regno vegetale o al regno animale. La riproduzione cellulare veramente tipica è la divisione indiretta o mitosi, nella quale il processo di scissione non si realizza solo nella cellula considerata nella sua totalità, ma anche nei principali costituenti di essa. Il nucleo subisce complicate trasformazioni, dando origine, con una parte del citoplasma, alla figura cosidetta mitotica, nella quale poi si distinguono una parte cromatica (cromosomi) ed una parte acromatica, assumente la figura di fuso; a ciascun polo è ammessa l'esistenza di un centrosoma circondato da una specie di raggiera. Quando, come nelle piante più elevate, mancano i centrosomi, il fuso è costituito di elementi fibrosi protoplasmatici che gradualmente si vanno raggruppando in quella maniera.

Non è facile determinare esattamente il meccanismo di produzione della mitosi: sembra che i processi, determinativi della figura cromatica e di quella acromatica, si compiano indipendentemente, quantunque parallelamente, in modo da concorrere al conseguimento di un unico risultato che è la divisione cellulare completa. È ammesso che la mitosi sia determinata da un complesso di forze, in gran parte a noi ignote, le quali renderebbero possibile la divisione delle diverse parti della cellula e la loro distribuzione in proporzione eguale, nelle due masse appena formate.

Importa osservare che il processo mitotico si riscontra nelle cellule molto attive, mentre la divisione amitotica si riscontra di frequente nelle cellule sfornite di capacità evolutiva (molto differenziate).

Ma ora, senza fermarci a considerare le modificazioni cui può andar soggetta la riproduzione cellulare e quindi la riproduzione degli elementi morfologici componenti l'organismo, è bene richiamare l'attenzione sul particolare sviluppo che assume la funzione riproduttiva col determinarsi della sessualità e con la differenziazione degli elementi germinali da quelli somatici.

Una delle prime manifestazioni della differenziazione organica è appunto la distinzione degli elementi somatici da quelli germinali; vi sono organismi monocellulari, come certi infusori, i cui elementi destinati a congiungersi nella riproduzione, presentano finanche dimorfismo con la differenza di *macrospore* e *microspore*. E nel *Volvox* (colonia d'infusorii costituita di migliaia e diecine di migliaia di cellule flagellate collegate fra loro da fili protoplasmatici), accanto alla riproduzione per divisione di ciascuna cellula dell'aggregato, si riscontra una forma di riproduzione più complicata. Alcune delle cellule appartenenti al gruppo crescono notevolmente, mentre altre dall'apparenza più fine si dividono e si suddividono rapidamente, dando origine ad elementi sempre nuovi. È in organismi di tal fatta che si può porre l'inizio della distinzione delle cellule riproduttive da quelle somatiche. — Passando poi dagli organismi monocellulari a quelli pluricellulari la distinzione tra elementi germinali ed elementi somatici diviene permanente e si accentua sempre di più. Se negli organismi monocellulari si constata d'ordinario la perfetta somiglianza della discendenza alla cellula originaria, negli organismi complessi dalla cellula originaria (uovo fecondato) derivano tipi molteplici e differenti di cellule, le quali, rimanendo congiunte tra loro, vengono a formare la massa del corpo capace di compiere le diverse funzioni vitali. Si hanno così cellule del tipo glandolare, cellule nervomuscolari, cellule ossee e così via; e tutti questi varii tipi di cellule, pur derivando da una unica cellula originaria, non sono però capaci di compiere altra funzione che quella per cui sono differenziate: una cellula ossea non può compiere un'azione nervosa, come una cellula epiteliale del canale alimentare non può compiere un'altra funzione qualsiasi dell'organismo.

Si capisce ora come un ufficio tanto importante come quello riproduttivo debba esser compiuto da un gruppo speciale di cellule, derivato anch'esso dall'unica cellula originaria. Tale gruppo di cellule costituisce il gruppo delle « cellule germinali ». Esse secondo che appartengono all'organismo di un sesso o di un altro ricevono un nome differente; non già che le cellule germinali stesse siano caratterizzabili coi termini di *maschio* o di *femmina*, i quali termini sono applicabili agli individui e non già alle cellule: le cellule non sono di alcun sesso. È certo però che le cellule germinali provenienti dal maschio presentano note per cui si distinguono dalle cellule germinali derivanti dalla femmina: se anche non si può sostenere che la differenza di note si riferisca alla capacità di trasmettere gli attributi rispettivamente maschili o femminili alle generazioni successive. Comunque, le cellule germinali, siano maschili che femminili, dopo che hanno raggiunto lo stadio di maturità ed hanno subìto determinati cangiamenti, si rivelano capaci di adempiere al loro ufficio, che è quello di riprodurre la specie. Perchè poi la riproduzione abbia luogo è necessario che la cellula germinale maschile e quella femminile siano unite e per così dire fuse l'una con l'altra.

Non è il caso d'intrattenersi sulle forme particolari che nelle varie specie di animali e di vegetali assumono gli elementi maschili e quelli femminili. Questo solo si può dire; che mentre l'uovo presenta prevalentemente le note dell'inerzia, dell'immobilità, l'elemento maschile presenta quelle della mobilità, e dell'efficacia dinamica. Non v'ha dubbio che entrambi gli elementi, cooperando allo sviluppo d'un nuovo essere per vie differenti, presentino aspetti che devono corrispondere in certo qual modo al loro rispettivo ufficio.

Si deve ammettere in sostanza che due specie di cellule derivano dall'uovo fecondato: le cellule che contribuiscono alla perpetuazione della specie (cellule germinali) e quelle destinate a formare i varii tessuti e organi che compongono l'organismo (cellule somatiche). Si capisce come le cellule somatiche debbono essere molto più numerose e debbono subìre le maggiori differenziazioni, mentre le cellule germinali costituiscono un piccolo gruppo di elementi posti negli organi riproduttivi rispettivamente del maschio e della femmina, dove rimangono protetti e custoditi fino al momento della fecondazione. È inutile aggiungere che se le cellule somatiche possono riprodursi, dividendosi direttamente, solo le cellule germinali pro-

venienti dai due sessi, unendosi e fondendosi tra loro in determinate condizioni, divengono veramente attive e sono in grado di dare origine ad un nuovo organismo.

Ormai è assodato che le cellule germinali formano la base fisica dell'ereditarietà, la quale poi in fondo non è che un'altra parola per denotare il complesso dei processi per cui la vita passa da un individuo all'altro. È da ammettere in un certo senso continuità fra l'uovo fecondato che diede origine ai genitori e quello onde hanno origine i figli e successivamente gli altri discendenti. La formazione del nuovo essere si compie sempre mercè la divisione dei nuclei e la distribuzione in aree distinte della loro azione. Il contributo dei caratteri paterni e materni si deve perciò supporre distribuito ugualmente nelle cellule germinali, se pure non tutte le potenze incontrano le condizioni opportune per la loro esplicazione. Il patrimonio ereditario può rimanere per un tempo più o meno lungo latente fino a che non si realizzino condizioni che valgano a renderlo efficiente. Esso reca spesso le tracce del contributo dei genitori, degli avi, dei proavi alla formazione del nuovo essere, contributo che va diminuendo in rapporto geometrico a misura che in rapporto aritmetico procede l'allontanamento dagli antenati.

Ed ecco che la riproduzione sessuale sembra abbia l'ufficio di contemperare le due esigenze, quella di conservare il retaggio caratteristico dei varii gruppi di esseri viventi e l'altra di determinare le condizioni che favoriscano il prodursi di nuove variazioni, senza pregiudizio della complicazione e differenziazione di già raggiunte. Comunque, i due fatti della specificazione della funzione riproduttiva (la distinzione delle cellule germinali da quelle somatiche e il sorgere del dimorfismo sessuale) determinarono la necessità dell'unione, anzi della fusione delle due cellule germinali, la quale alla sua volta rese possibile l'elevazione a nuove forme di vita.

Il fatto della fusione degli elementi generativi, provenienti da individui differenti, ha tanto maggiore importanza, in quanto può parere trovarsi in opposizione col processo essenziale e caratteristico della moltiplicazione degli organismi che è quello della scissione o del distacco. Le ipotesi formulate a tal proposito furono parecchie; quali di maggiore, quali di minor valore, ma non credo che si escludano in modo assoluto, se anche non tutti i fattori accennati dalle ipotesi intervengano in ogni caso ad un certo momento. Ciò che si può osservare è che con esse si è spesso data importanza a condizioni troppo

generali e quindi indeterminate; quando, per esempio, si dice che, mediante l'unione di elementi riproduttivi più o meno differenti tra loro e provenienti da individui diversi, viene ad essere accresciuto il dinamismo vitale, non si può dire che si dica niente di preciso. — Sembra che le ipotesi fisico-chimiche segnino un progresso in confronto delle altre, ma neanche esse possono assurgere al valore di principii di spiegazione sufficiente, perchè non danno ragione di ciò che è essenziale nel dominio biologico, vale a dire la direzione e l'ordine in cui si succedono i processi fisico-chimici, che valgono poi ad assicurare il conseguimento di un risultato ben definito, a cui è attribuito valore. Ciò che dovrebbe esser chiarito è in che modo in un certo elemento organico nel momento opportuno si determini la tendenza a congiungersi con un altro elemento differente da sè; tendenza che poi si riscontra in elementi organici corrispondenti. Non sembra che tendenze di tal fatta possanò essere messe alla pari con disquilibri puramente fisico-chimici quando essi non siano stati preparati e disposti per l'ufficio che devono compiere nel tutto.

La fecondazione implica sempre unione di due elementi cellulari (o di due cellule) differenti tra loro, e quindi un processo che è, come dicevamo, l'inverso della scissione o divisione cellulare. Si può notare che nelle forme viventi inferiori (forme monocellulari) gli elementi riproduttivi destinati ad unirsi possono essere equivalenti nel senso morfologico (la congiunzione si compie in tal caso tra elementi corrispondenti, nucleo con nucleo, corpo cellulare con corpo cellulare e in generale plastidi con plastidi); ma dall'esistenza dell'equivalenza in senso morfologico non può essere inferita legittimamente l'equivalenza in senso fisiologico, tanto più che, a misura chè ci eleviamo nella scala degli esseri viventi, le cellule riproduttive capaci di congiungersi divergono sempre più l'una dall'altra, fino a differire nella struttura, nella forma, nella grandezza ecc.

E di un altro fatto occorre tener conto, ed è che col processo della fecondazione si connette quello della *riduzione* del numero dei cromosomi che ne rappresenta il presupposto, o, meglio, il correlato necessario. Dal tempo della celebre scoperta di Van Benden, che ciascuna delle cellule sessuali, destinate a congiungersi, contiene una metà del numero dei cromosomi caratteristico delle cellule di una data specie, il problema della causa (o delle cause) e del significato della riduzione del numero dei cromosomi è divenuto uno dei problemi fondamentali dell'embriologia. Il fatto della riduzione fu riscontrato

in un numero tanto grande di animali, che ormai è considerato fatto generale, venendo a costituire il processo della maturazione con cui le cellule sessuali divengono veramente atte all'unione. Il fatto della scissione o del distacco rimane sempre fondamentale nel processo riproduttivo; solo che esso ha come presupposto un fatto di congiunzione, che in certo modo lo prepara; fatto di unione che, come si è veduto, è esso stesso preceduto da determinati atti preparatori.

Dal modo in cui procede la riduzione dei cromosomi nelle cellule sessuali fu possibile dedurre: 1) che le cellule sessuali in fondo assumono il valore di cellule incomplete; 2) che i cromosomi, raggiungendo il numero completo mediante la fusione dei nuclei delle due cellule sessuali, sono da considerare i depositari del patrimonio ereditario. Sembra che la *fusione* o l'*integrazione nucleare* diviene possibile solo se è preceduta da una specie di *dimezzamento* (nucleare).

Quando si pensa che i dati della cariocinesi concorrono in fondo a dimostrare la peculiare importanza del nucleo nei processi di riproduzione, sembra giustificata l'ipotesi che fatti tanto importanti come l'ordinamento e la distribuzione dei granuli di cromatina, e la divisione dei cromosomi ecc., siano da considerare solo mezzi per assicurare un'eguale quantità di sostanza cromatica nelle diverse cellule generate dalla cellula madre (uovo).

2. — La generazione e l'eredità.

Ogni essere vivente, abbiamo detto di sopra, trae origine da un altro essere vivente simile a sè; è questo uno dei dati fondamentali della biologia su cui non è lecito discutere: ma che concetto dobbiamo formarci della costituzione del legame esistente tra il nuovo essere e l'essere preesistente? Ecco il problema della generazione e dell'eredità, come si è venuto determinando col progressivo svolgersi delle nostre conoscenze biologiche.

Importa anzitutto distinguere le due cose, il *patrimonio ereditario*, vale a dire il complesso dei caratteri ereditati, e il *mezzo* con cui avviene il passaggio di esso dai genitori ai figli. Il patrimonio ereditario, si potrebbe dire, comprende le proprietà di cui un certo individuo si trova in possesso per il fatto di provenire da certi genitori o progenitori. Tra le proprietà devono esser distinte quelle *permanenti* che si trasmettono fedelmente e quasi senza alcuna modificazione dai progenitori ai discendenti (eredità semplice), quelle

fluttuanti, che sembrano sfuggire ad ogni regola, e quelle *mendeliane*, che appaiono, secondo certe regole, nelle generazioni che si succedono. Mentre i caratteri fissi o permanenti tenderebbero a far concepire il nuovo essere come semplice «continuazione» dell'essere da cui in un certo momento si distaccò, le altre specie di caratteri fanno sorgere problemi nuovi circa l'origine e il modo di succedersi delle variazioni, problemi della maggiore importanza per la influenza che possono esercitare sulla determinazione dei concetti di individuo, di varietà, di specie, ecc.

I caratteri *permanenti* ordinariamente si riferiscono alla natura, al numero e alla varia disposizione degli organi, e rappresentano il mezzo per poter definire le specie, i generi, le famiglie, ecc.; essi figurano come *attitudini* o *potenze*, destinate a dispiegarsi durante lo sviluppo ontogenetico, per l'eccitamento proveniente dall'ambiente esterno o dalle varie parti dell'organismo.

I caratteri *fluttuanti* si riferiscono generalmente alla dimensione degli organi considerati gli uni rispetto agli altri, e sono quantitativi in opposizione agli altri caratteri che sono *prevalentemente* qualitativi. Sembra che la diversificazione di tali caratteri non possa esser sottoposta ad alcuna regola; ma, poichè la fluttuazione è sempre compresa tra due limiti estremi, si sono stabilite certe regole secondo cui essa si compirebbe, e che hanno trovato poi la loro espressione nella costruzione di curve (legge di Quetelet). Rimane fermo che i caratteri fluttuanti sono i più variabili; ond'è che, dati i caratteri dei genitori, diviene pressochè impossibile prevedere con sicurezza quali saranno i caratteri dei discendenti. È da presumere che i caratteri fluttuanti siano sempre da ricondurre all'azione di definite cause, se anche queste, essendo complesse, non sono facilmente da noi precisabili. Non è aperta altra via che quella di stabilire, per mezzo della statistica, il grado di probabilità per cui un carattere si riscontri, a preferenza di un altro, in un caso determinato.

I caratteri *mendeliani*, che servono principalmente a distinguere fra loro le varietà, sono *ripartibili in due gruppi*, in quello dei *dominanti*, che spesso nascondono l'altro gruppo che è quello dei *recessivi*. Sono caratteri qualitativi riferentisi alla presenza e all'assenza di una particolarità (per le piante il colore della corolla dei fiori, la dentellatura delle foglie; per gli animali i colori delle piume, la forma della cresta, la presenza di dita soprannumerarie ecc.).

È noto come la scoperta di tali caratteri sia dovuta a Mendel, monaco vissuto verso la metà del secolo passato, il quale credette di poter formulare delle leggi intorno ai modi di apparire di certi caratteri nelle generazioni che si succedono, dopo l'incrocio di due varietà di piante, o di animali. Gl'ibridi della prima generazione avrebbero caratteri del tutto somiglianti a quelli di uno dei genitori (dominanti), rimanendo però solo temporaneamente latenti quelli dell'altro genitore. I discendenti dell'incrocio degl'ibridi della prima generazione (ibridi della seconda generazione) sarebbero poi di tre categorie distinte: alcuni presenterebbero il carattere nella forma recessiva (un quarto degli individui), ed essi nelle generazioni successive, se incrociati fra loro, darebbero individui tutti recessivi. Altri (un quarto) si presenterebbero nella forma dominante e persisterebbero tali nelle generazioni successive nel caso di incrociamento. Infine l'altra metà si comporterebbe come gl'ibridi della prima generazione, si presenterebbe, cioè, nella forma dominante; solo che i discendenti per incrocio si distribuirebbero in un quarto permanentemente recessivi, in un quarto permanentemente dominanti ed un mezzo (dominanti) destinati però ad un'ulteriore spartizione, nella generazione successiva, sempre secondo la medesima regola.

Le così dette leggi mendeliane hanno importanza, perchè valgono a dimostrare come l'organismo possegga effettivamente caratteri, i quali in certe circostanze possono riscontrarsi isolati e conservarsi tali per lungo tempo, e perchè mettono in luce una delle forme più interessanti di eredità, qual'è quella *alternante*, ma non si può dire che esse abbiano un valore costante ed assoluto, nè che conducano ad ammettere necessariamente un meccanismo combinatorio dei caratteri ereditarii (mediante *esclusioni, sostituzioni* ecc.). I caratteri, vogliamo dire, non sono da concepire come *forze*, capaci di agire reciprocamente fra loro. Tutto porta a credere che l'organismo è fornito solo di potenze molteplici, che, rimanendo latenti per un periodo più o meno lungo, possono divenire attuali, in determinate circostanze, riducendo allo stato latente le opposte.

Le leggi mendeliane poi solo in un numero limitato di casi e spesso in modo approssimativo risultarono confermate dall'esperienza, a misura che questa si andò estendendo. Infatti, stando alla teoria, gl'ibridi puri (DD) e i recessivi (RR) non dovrebbero possedere il carattere nella forma opposta: invece qualche volta, incrociando uno di questi ibridi puri con una razza estranea, salta fuori il ca-

rattere opposto che pertanto doveva essere latente e non scomparso. Sarebbe facile raccogliere le prove di quello che diciamo; Cuénot, per citare qualche esempio, non riuscì nei topi a mantenere puri gli ibridi gialli; e Craken Isabel trovò che, nei successivi incroci tra varietà di coleotteri, la forma dominante finiva per prevalere gradatamente sull'altra; ma non ci sembra necessario insistere ancora sull'argomento.[1] Se un insegnamento utile può essere tratto dalle ricerche e dalle discussioni cui diedero origine le così dette leggi mendeliane, è che bisogna procedere molto cauti nell'enunciare tesi relative all'isolamento e alla segregazione dei caratteri ereditari.

Passando dalla questione relativa alla costituzione del patrimonio ereditario a quella circa il meccanismo con cui avverrebbe il passaggio di esso dai genitori ai figli, diremo che per tale rispetto possono esser presi in considerazione il punto di vista *morfologico*, quello *chimico* e quello *biopsicologico*.

1. In un primo tempo, nonostante i dissensi, fu ammesso che l'uovo dovesse contenere preformati e quindi prelocalizzati elementi capaci di contribuire alla formazione dei varii organi. Augusto Weismann nel 1885, aderendo alle idee espresse quasi contemporaneamente da Strasburger e da O. Hertwig, ammise che veicolo dell'eredità fosse da considerare, almeno in parte, la sostanza dei cromosomi delle cellule germinali di entrambi i genitori. Il nucleo conterrebbe una specie di mosaico dei *plasmi ancestrali*, in cui si troverebbero accumulati e quasi condensati i contributi dei varii antenati, pur rimanendo costante il numero dei cromosomi percettibili. La base fisica dell'ereditarietà così sarebbe costituita da una molteplicità di particelle vitali (*rappresentative*) capaci di contribuire alla formazione delle varie parti dell'organismo.

Noi non ci fermeremo a discutere la teoria weismanniana in tutti i suoi elementi. Essa è certo la più elaborata delle teorie *rappresentative* o *a mosaico* dell'eredità. Noteremo solamente come con essa non si possa fare a meno di ammettere l'esistenza di unità o elementi capaci di rappresentare le varie parti dell'organismo, concorrendo alla costituzione delle cellule sessuali rispettivamente maschili e femminili; dove le stesse unità rimarrebbero allo stato latente fino all'inizio dello sviluppo del nuovo essere. Alle unità

[1] V. REID, *The laws of Heredity*, London, 1910.

sarebbero attribuite le funzioni (di direzione e d'influsso) analoghe a quelle proprie degli esseri viventi. Tale concezione si presenta così col carattere di una trasposizione delle proprietà e delle capacità dell'organismo adulto agli elementi costitutivi che ne dovrebbero contener la ragione. Caratterizzarle solo per gli effetti che producono, chiamandole *biofori*, *pangeni*, ecc., non può bastare, perchè dovendo esse dar ragione delle manifestazioni della vita, non devono esser considerate come un semplice duplicato dei fatti da spiegare. Inoltre, poichè nella sostanza germinale è supposta esistente già una divisione di uffici e di poteri, si cade in ultima analisi in una forma di *predeterminazionismo*.

2. Comunque, dall'interpretazione morfologica dell'eredità si fu condotti a quella chimica. Dal bisogno di approfondire la costituzione del *plasma germinale*, atto a stabilire la continuità da una generazione all'altra, derivò l'esigenza di determinarne la composizione chimica che da un canto deve contenere la ragione della sua struttura e dall'altro quella del suo potere trasmissivo.

I tentativi d'interpretazione chimica sono di ordine e di valore diverso; ma tutti, se anche rispondenti ad un'esigenza legittima, non felici nella riuscita. Vi fu chi credette di poter considerare l'individualità organica come espressione di una sola sostanza chimica, per quanto questa dovesse esser concepita complessa; e vi fu invece chi considerò l'organismo come risultante dalla cooperazione di sostanze chimiche differenti, le quali poi figurerebbero come principii formativi dei varii organi e tessuti. Più recentemente infine la teoria chimica venne assumendo una forma speciale con la concezione degli ormoni.

Non vi ha dubbio che il chimismo, per così dire, di ciascuna specie, di ciascuna varietà ed anche di ciascun individuo, presenta qualcosa di caratteristico, onde si può ammettere che la costituzione o l'equilibrio chimico entra a far parte del patrimonio ereditario. Le idiosincrasie e le forme peculiari che il ricambio materiale e lo sviluppo assumono in ciascun organismo (di cui i migliori esempii si hanno nel campo patologico) ne sono la più valida prova. Ma da questo non deriva che i differenti apparecchi, organi e tessuti necessarii per il compimento delle principali funzioni vitali si riducano a variazioni isomeriche o polimeriche di un'unica sostanza, o a maniere diverse di formarsi e di distribuirsi di catene atomiche secon-

darie, collaterali o contrapposte, di una combinazione chimica al più alto grado complicata. Non si capisce 1) come tutti i cangiamenti di ordine chimico avrebbero potuto prender origine senza la cooperazione di organi e strutture atti a produrli; 2) in che modo avrebbe potuto accadere la trasformazione o fissazione di processi chimici in forme e strutture; tanto più poi se si riflette che queste si son dovute organare in guisa da compiere ufficii ben definiti, e da rispondere ad esigenze, le quali non possono in alcuna maniera esser derivate dalla natura propria dei fatti chimici, quali noi li conosciamo.

Ammesso poi che ogni determinazione morfologica abbia il suo principio in una sostanza chimica speciale, non si può sfuggire alla conseguenza che di codeste sostanze chimiche se ne debbano ammettere tante quanti sono gli organi (per esempio una sostanza chimica per le radici, una per il fusto, una per le foglie ecc.) e, poichè anche elementi organici in apparenza semplici, come le cellule, hanno strutture differenti, bisognerebbe arrivare alla conseguenza che nel germe debbano esser contenute anche sostanze diverse, corrispondenti alla varietà delle strutture (una per ciascuna cellula ed una per ciascuna parte della cellula). Ma saltano agli occhi le difficoltà cui s'andrebbe incontro con tale concezione. Il germe finirebbe per assumere una complessità che rasenta l'inconcepibile: senza dire che la funzione assegnata alle singole sostanze chimiche, presentandosi in contrasto con tutto ciò che conosciamo intorno alle proprietà dei corpi chimici analoghi, riescirebbe tutt'altro che chiara e comprensibile. Il determinismo per cui ciascuna sostanza chimica produrrebbe un tale resultato si rivela in contrasto con tutto quello che conosciamo intorno ai rapporti esistenti tra la costituzione degli organi e il relativo chimismo.

La nuova concezione dei preormoni nucleari e degli ormoni ghiandolari, in fondo, se rappresenta un progresso di fronte alle altre teorie chimiche, in quanto tende a determinare la natura delle sostanze chimiche morfogenetiche o organogenetiche, concependole come appartenenti alla categoria degli enzimi e come analoghe alle sostanze secrete dalle ghiandole dette *endocrine* o *a secrezione interna*, appare però sempre insufficiente considerata quale principio di spiegazione dell'eredità e dello sviluppo organico. Stando a tale concezione,[1] infatti, mentre i preormoni sarebbero sostanze del nu-

---

[1] Vedi tra l'altro Pacchioni, *La teoria degli ormoni nell'ontogenesi e nell'eredità*, Bologna, Zanichelli, 1914, coll.: *Attualità scientifiche*.

cleo, atte a determinare direttamente la formazione, il differenziamento e il metabolismo delle singole cellule, gli ormoni sarebbero sostanze prodotte da organi specifici, cioè dalle ghiandole endocrine. L'insieme poi degli ormoni e dei preormoni, esistenti nel sangue, costituirebbe una condizione speciale caratteristica dell'individualità, a cui si è dato il nome di « Situazione ormonica ». Essa esprimerebbe una condizione di equilibrio per cui le strutture e le funzioni dei varii organi sarebbero coordinate tra loro. Mutando essa, non potrebbero non avvenire cangiamenti in tutta l'economia; la nuova situazione sarebbe atta a determinare nuovi eccitamenti negli organi. La situazione ormonica sarebbe così regolatrice di tutta la vita dell'organismo.

Essa poi si troverebbe condensata per così dire negli elementi sessuali. L'uovo fecondato, derivando dall'unione dell'elemento maschile con quello femminile e contenendo quindi la « situazione ormonica » materna e paterna, si svilupperebbe per la spinta delle sostanze ormoniche in esso racchiuse (situazione ultraormonica).

È facile convincersi come una tale interpretazione abbia un valore essenzialmente verbale. Spiegare la solidarietà, la correlazione, l'armonia delle varie parti componenti l'organismo per mezzo della « situazione ormonica » è sostituire all'espressione, indicante il fatto da spiegare, una parola, che in fondo non fa che esprimere lo stesso fatto in modo diverso. Che ciascuna parte dell'organismo, agendo su tutte le altre, provochi reazioni peculiari e determini una situazione di equilibrio caratteristica per ciascun organismo e anche per ciascun momento della vita di esso, è cosa su cui non può cader dubbio; ma è questa appunto la solidarietà organica che è il fatto da spiegare.

Intanto notiamo che gli ormoni presuppongono già l'esistenza di organi diversi e di maniere diverse di agire degli stessi organi, che invece dovrebbero essere spiegate per mezzo degli ormoni. Questi poi figurano come *potenze plastiche sui generis*, atte a determinare strutture e funzioni diverse, mentre dal punto di vista naturalistico non possono esser concepiti che forniti di proprietà analoghe a quelle di tutte le sostanze chimiche. Infine le cellule sessuali vengono ad esser concepite come il risultato del condensamento e dell'intensificazione a seconda potenza degli ormoni provenienti dalle varie parti dell'organismo, condensamento e intensificazione che durante lo sviluppo verrebbero per così dire a *distendersi* e a *esplicarsi*, dando origine agli organi e ai tessuti specifici da cui gli ormoni primitiva-

mente emanarono. Ma è chiaro che tutto questo discorso ha sapore di mitologia. *Come mai gli ormoni possono rappresentare* nelle cellule sessuali gli elementi morfologici, da cui provengono, e le loro variazioni? E come d'altra parte possono poi essere agenti produttori degli stessi elementi morfologici? Non sembra risulti dalla comune osservazione in fisiologia e patologia che il prodotto di una glandola abbia virtù organizzatrice nel senso che possa dare origine al tessuto glandolare da cui proviene. E si noti bene che altro è ammettere che certe sostanze (fermenti, enzimi, secrezioni interne in genere) hanno virtù catalitica o anche stimolatrice di certe funzioni, e altro è ammettere che abbiano virtù morfogenetica, perchè fra i due casi vi è la stessa differenza che vi è tra il provocare all'azione un organo già esistente — o l'agevolare l'azione di elementi chimici aventi affinità tra loro — e il formar l'organo o il tessuto.

Per quanto dunque la struttura e la composizione chimica degli elementi sessuali rappresentino condizioni e fattori essenziali dell'eredità e dello sviluppo, non si può dire che sieno condizioni e fattori esclusivi o anche sufficienti. Nè la interpretazione morfologica nè quella chimica possono esser ritenute adeguate.

3. L'eredità in fondo implica l'esistenza di «disposizioni» corrispondenti ai caratteri posseduti dai progenitori, e per di più il potere di ritradurre in fatti attuali le virtualità e le potenze giacenti nel germe: qualsiasi teoria che non si proponga di chiarire in qualche maniera i due fatti non può aver veramente valore. Ora è innegabile che vi sono dei fenomeni dell'esperienza umana, i quali presentano notevoli somiglianze coi fatti impliciti nell'eredità. Tali sono i fatti di memoria e di abitudine. Nel caso della memoria (e dell'abitudine) come in quello dell'eredità si constata appunto l'esistenza di certe disposizioni, le quali, in determinate condizioni, divengono attive, efficienti, in guisa da dare origine a fatti simili a quelli che furono attuali in passato. L'analogia sembra divenga perfetta quando, ammettendo l'ereditarietà degli acquisti che possono esser fatti durante la vita dell'individuo, si mette in rapporto l'accrescimento dei ricordi — e quindi l'estendersi e il complicarsi della vita psichica — con l'accrescimento del patrimonio ereditario durante l'evoluzione della specie.

In fondo son tre le serie di fatti che possono esser comparate tra loro nella speranza che si chiariscano reciprocamente: 1) i fatti

propriamente di memoria per cui le determinazioni della vita psichica che in un primo tempo furono attuali, dopo esser rimaste latenti per un periodo di tempo più o meno lungo, assumono la forma di « ricordi » ; 2) i fatti di esercizio o di abitudine, per cui gli atti a misura che sono ripetuti sono compiuti con maggior prontezza, agevolezza e regolarità ; 3) i fatti di eredità, per cui, mentre nelle cellule sessuali permangono latenti le potenze caratteristiche degli individui, esse, durante lo sviluppo, valgono a determinare la forma dei nuovi esseri.[1]

Il Semon, che tentò di formulare in modo sistematico la concezione mnemonica dell'eredità, mosse dal principio che i fenomeni di natura mnemonica sono riconoscibili per questo carattere che la loro ripetizione (riproduzione) può esser provocata da stimoli, che fanno solamente parte del complesso di condizioni che per l'innanzi provocò la reazione originaria. Lo stesso autore, passando a rassegna alcuni dei principali fenomeni dell'eredità e dello sviluppo, tentò di provare come essi presentino il carattere indicato e siano spiegabili solo alla luce dell'ipotesi della memoria organica o della *Mneme*, com'egli la chiama.[2] Le ricerche compiute sulla così detta « meccanica dello sviluppo » hanno messo in chiaro che in molti casi, anche da singoli blastomeri, può avere origine un embrione completo, e che, in quegli animali in cui ciò non sembra possibile, si ottengono formazioni, le quali in ogni modo rappresentano una specie di compromesso fra il sistema organico qual'è imposto dalle circostanze agenti in un certo momento e quello conseguibile normalmente. Fatti di tal natura sembra che siano spiegabili solo ammettendo che nella sostanza vivente (più particolarmente nelle cellule derivanti dalle prime segmentazioni dell'uovo) è come conservata la disposizione — *traccia mnemonica* — a formare l'individuo completo, in guisa che anche una parte soltanto delle eccitazioni ordinarie sarebbe sufficiente a determinare la riproduzione completa dell'essere vivente.

La concezione mnemonica, succintamente esposta, segna un notevole progresso rispetto alle altre formulate per dar ragione dei fenomeni dell'eredità e dello sviluppo, perchè mira a ricondurre il fatto della generazione ad un fatto di ordine più generale, quasi si

---

[1] L'interpretazione mnemonica dell'eredità ha avuto il maggiore sviluppo, da punti di vista differenti, negli ultimi tempi per opera del Semon, di J. Ward e di Fr. Darwin.

[2] R. SEMON, *Die Mneme*, ecc., Leipzig, 1904.

potrebbe dire ad un modo di operare proprio della sostanza vivente. La tendenza a *ripetere spontaneamente* o *automaticamente* (prescindendo dall'azione delle cause che potettero agire all'inizio del processo) figura come tendenza originaria e caratteristica di ogni forma vivente. I fatti dell'eredità, come quelli dell'abitudine, non sarebbero che determinazioni particolari di tale tendenza.

Bisogna guardarsi però dall'errore di identificare la vera e propria memoria — come può esser constatata nella coscienza — con la proprietà generale di cui s'è fatto cenno. Il fatto che la vita si svolge per mezzo di processi, che non si ripetono mai identici, per l'azione esercitata dalle tracce lasciate dal passato, non può essere caratterizzato senz'altro come *fatto di memoria* (nel senso strettamente psicologico), perchè manca di uno dei caratteri essenziali, che è il ritorno (rievocazione), sotto la forma di *rappresentazione*, di un evento che fu reale nel passato, ma che non lo è più attualmente. Il tratto caratteristico della memoria è in quella specie di coesistenza, anzi in certi casi di contrapposizione, tra il fatto quale può esser vissuto o sperimentato attualmente e quello rievocato: i due fatti, per contenuto spesso anche identici, differiscono profondamente tra loro perchè implicano un atteggiamento diverso dal soggetto rispetto allo stesso contenuto. Dei molteplici elementi che costituiscono il fatto della memoria genuina, nei fenomeni di eredità, di abitudine, ecc., non rimane che uno solo; la conservazione e l'efficienza del passato nel presente (azione e prolungamento del passato nel presente), ma manca ogni traccia di *visione retrospettiva* che è poi caratteristica della vera e propria memoria.

Il fatto che la vita si svolge per cicli succedentisi con un determinato ritmo, e per periodi presentanti fasi analoghe, può essere indicato solo come « analogo » a un fatto di memoria, specialmente se si pensa che, mentre i cicli vitali si seguono con sufficiente regolarità e fissità in guisa che si ha la successione di fasi molto simili fra loro e variabili solo entro limiti molto angusti, la attività mnemonica può avere un'estensione pressochè indefinita e riferirsi a dati di natura e di origine molto differenti tra loro.

Certo, se si vuol comprendere sotto il nome di *memoria organica* il complesso dei fenomeni vitali in cui si constata una certa forma di plasticità, l'adattamento e l'attitudine a rispondere in modo adeguato (per il conseguimento di determinati scopi) alle eccitazioni subìte, non vi è ragione di opporsi. Ma, se, adottando il termine di

memoria, si intende di ricondurre i fatti da chiarire (e che presentano notevoli differenze tra loro) al fatto che dagli psicologi è indicato col termine di «memoria», s'impone la necessità di ricercare fino a qual punto, ed entro quali limiti, sia legittima l'estensione di un termine che ha un significato ben definito a tutto un gruppo di fenomeni che presentano bensì tra loro somiglianze, ma presentano anche differenze di cui dev'esser tenuto conto.

Possiamo conchiudere che la concezione mnemonica, per sè presa, se vale ad aprir la via ad una interpretazione più adeguata dei fenomeni dello sviluppo e dell'eredità, non può esser ritenuta sufficiente, perchè fondata sopra una pura analogia. E l'analogia in tal caso ha solo il valore di costruzione schematica o simbolica.

3. — La costituzione del germe.

Il germe per poter dare origine ad un nuovo individuo deve avere una certa organizzazione, la quale implica sempre l'esistenza di «disposizioni» o di «potenze», destinate a dispiegarsi ed a svolgersi per l'azione di peculiari eccitamenti. Noi certo non possiamo percepire direttamente codeste potenze; ed è vano aspettarsi dalle future rivelazioni del microscopio indicazioni per una loro precisa localizzazione in determinati punti del citoplasma. Ciò che risulta dalle numerose e svariate ricerche con tanto fervore compiute, sui fenomeni dell'eredità e dello sviluppo, è che se alcune delle attitudini, contenute nel germe, sono isolabili — indipendenti od alternanti — altre sono interdipendenti e complementari e che possono divenire attuali (spesso per ragioni che ci sfuggono) talune di quelle che per lungo tempo furono latenti. Anche quando le attitudini sembrano perfettamente isolabili, vengono a formare sempre un «ordine», al quale pare che l'organismo non possa fare a meno di conformarsi.

Il germe è qualche cosa di attivo, ed ha una determinata struttura per quanto non vada considerato una specie di *paradigma*; ecco la prima tesi che dev'essere ammessa da chiunque è disposto ad attribuir valore alle osservazioni finora raccolte. Il germe poi, mentre ha un certo rapporto, diremmo, di continuità col germe dell'individuo da cui esso trasse origine (per *segregazione*), si rivela in un peculiare rapporto col complesso degli elementi costituenti il corpo

dell'individuo in cui ha sede e si svolge: ecco il secondo principio che non dev'essere mai perduto di vista.

La teoria della continuità del plasma germinale, pur contenendo un'interpretazione insufficiente, o falsa addirittura, del fatto della continuità genetica degli esseri viventi, ha però sempre il merito di avere richiamato l'attenzione sopra uno dei tratti fondamentali e caratteristici della vita in generale. Gl'individui, e quindi le varietà e le specie, non sono *disiecta membra*, o manifestazioni disperse, isolate, della vita, e neanche si trovano solo collegati tra loro da relazioni *ideali* (di somiglianza, per esempio), ma ciascun vivente, prendendo origine sempre da un altro vivente, appare una parte, quasi direi, distaccata da esso. Il legame di continuità si rende evidente attraverso i germi. Comunque, il tessuto germinale maschile o femminile si distacchi più o meno direttamente dal rispettivo germe preesistente, è certo che la costituzione del germe presenta un grado di autonomia rispetto a quella del soma.

Del resto l'individuo non si presenta mai come una formazione del tutto nuova, ma sempre come la ripetizione di uno stesso tipo, come la ripetizione — nei suoi tratti fondamentali — del processo di formazione dell'individuo da cui esso trasse origine. Il processo ontogenetico (sviluppo individuale) ha uno dei suoi fondamenti nel fatto che ogni nuovo organismo raggiunge lo stato perfetto, solo ripercorrendo, entro certi limiti, il medesimo processo dell'organismo generante.

Non sarebbe possibile spiegare la persistenza non solo dei tratti fondamentali tipici, generici, specifici, ma anche di molti di quelli individuali (tendenze, particolarità di qualsiasi ordine e natura), come d'altra parte non sarebbe possibile spiegare il ritorno, dopo un periodo più o meno lungo di vita latente, di certi tratti caratteristici degli antenati, senza ammettere la persistenza di un *tramite* attraverso il succedersi degl'individui. Non vi è che un'alternativa: o bisogna negare, mettendosi in contrasto con tutti i fatti meglio accertati, ogni legame fisico (e quindi anche una delle condizioni di ogni legame spirituale) tra gli individui di uno stipite e negare i fenomeni tanto importanti delle variazioni individuali derivanti da rapporti di combinazione, di sostituzione, di esclusione di taluni dei caratteri in antecedenza riscontrati nella specie, ovvero bisogna riconoscere che un'identica corrente plasmatica fluisce attraverso

gl'individui di uno stipite, corrente che può risultare poi dalla confluenza di altre correnti di vario ordine e provenienza. La immagine tanto abusata dell'albero della vita per certi rispetti non è affatto priva di valore.

Sarebbe errore però pensare che « soma » e « germe » siano da considerare due entità giustaposte, capaci di funzionare indipendentemente l'una dall'altra. Tale opinione sarebbe tra l'altro in contrasto con tutto ciò che conosciamo sulla notevole influenza che le glandole sessuali possono esercitare sull'organismo (si pensi alla derivazione dei caratteri sessuali secondarii) come sull'influenza non minore che le condizioni del corpo esercitano sull'attività sessuale.

L'organismo, questo giova non perder mai di vista, ci si presenta sempre come una molteplicità di parti coordinate tra loro, in guisa da formare un'unità, la quale poi è capace di raggiungere scopi utili non solo a questa o a quella parte, ma al sistema totale (individuo). Tutti quelli, che tendono a concepire l'individualità organica come una specie di mosaico con elementi giustaposti, vengono a trascurare quello che è essenziale nella vita, vale a dire la solidarietà tra gli elementi costitutivi e la loro unità reale.

Il germe in quanto tale è parte dell'organismo che lo genera e lo contiene e non può non subirne l'azione, se anche nei diversi periodi della vita tale azione può presentare notevoli differenze. Quando si parla di relativa indipendenza del plasma germinale dal soma, si può e si deve intendere solo questo, che il germe, pur facendo sempre parte dell'organismo generante, per la funzione specifica che compie — è come il depositario della capacità riproduttiva ed evolutiva —, non può non rimanere per molti rispetti segregato dalla corrente dei fenomeni in cui si esplica la vita del soma. Il rapporto tra germe e organismo adulto è tale da non poter essere identificato con quello esistente tra un organo qualsiasi del corpo e il corpo stesso, non foss'altro perchè, mentre nelle varie parti del corpo si trovano realizzate le singole capacità in guisa che ciascuna diviene atta a compiere una certa funzione e non un'altra, nel germe sono conservate le diverse potenzialità, che non sono state ancora dispiegate. Certo le cellule sessuali sono anch'esse differenziate, ma in un senso diverso da quello in cui lo sono le cellule costituenti il soma; giacchè le cellule sessuali si trovano *specializzate* per un processo di pura *segregazione*, per un processo, cioè, inteso a conservarle

intatte nella loro capacità evolutiva, mentre le cellule del soma sono differenziate per il compimento di singole funzioni, di funzioni differenti tra loro.

Il germe dunque, per la sua funzione pur rimanendo segregato dal resto del corpo, può subire per altri rispetti le azioni del corpo, e presentare modificazioni in relazione alle diverse condizioni in cui il corpo stesso si può trovare. Parrebbe pertanto che nulla si dovesse opporre all'ammettere l'ereditarietà degli acquisti che l'organismo vien facendo durante la vita (eredità dei caratteri *acquisiti*). Nondimeno la questione, com'è noto, è stata ed è tuttora agitata da naturalisti e da filosofi, e si può dire che costituisce uno degli argomenti che divide i due indirizzi dei neo-lamarckiani e dei neo-darwiniani.[1] Non entra nel nostro compito fare la storia della discussione, e quindi esporre gli argomenti recati in proprio favore da ciascuna delle due parti; vogliamo solo osservare che, chiarendo i termini, si potrà forse trovare il modo di intendersi e di por fine ad una polemica per molti rispetti oziosa.

Importa distinguere, a noi sembra, tra *variazione* e *modificazione*, perchè i due termini indicano due specie di mutamenti differenti tra loro, che l'organismo può presentare. Le *modificazioni* si riferiscono a cangiamenti di struttura consecutivi ad azioni esterne od anche ad alterazioni della funzione che possono persistere anche dopo il compimento di essa: tali le modificazioni dei muscoli e di altri organi o tessuti in seguito all'esercizio e alla mancanza di esso, i casi di lesione o anche di perdita di certe parti del corpo ecc. Carattere precipuo delle modificazioni è che esse si riferiscono a tessuti dell'organismo già differenziati, senza che in fondo esse tocchino, saremmo tentati di dire, il nucleo centrale dell'individualità organica. Sono da riguardare effetti localizzati di cause ben definite, ecco tutto. Le *variazioni* invece si riferiscono ai cangiamenti osservabili nelle *attitudini* e quindi ai mutamenti riconducibili ad alterazioni, più o meno dirette, del plasma germinale.

Ora ciò che importa notare è che mettere in discussione l'ereditarietà delle variazioni è tanto assurdo quanto mettere in discussione il legame di continuità organica esistente tra il generante e il generato. Non si può dir lo stesso delle modificazioni, le quali essendo

[1] È rimasta celebre a tal riguardo la polemica svoltasi nella *Contemporary Rewiew* dal 1892 al 1895 tra lo SPENCER e il WEISMANN, coll'intervento in ultimo del ROMANES.

inerenti alle cellule somatiche, ed essendo consecutive ad alterazioni delle loro funzioni specifiche e differenziate, si producono per così dire al di fuori del plasma germinale, ed è il plasma germinale che solo stabilisce la continuità fisica tra le varie generazioni. D'altronde l'esperienza mostra come le modificazioni, nei casi ordinarii, non siano effettivamente trasmissibili, sempre s'intende, che si abbia cura di distinguere tra modificazione attuale e disposizione a subirla.

Vi è una considerazione da aggiungere, ed è che, qualora ogni modificazione subita dall'organismo potesse alterare, diciamo così, la compagine del germe, da una parte l'individualità verrebbe a perdere ogni consistenza e dall'altra verrebbe a mancare ogni fondamento reale per la determinazione dei tipi, delle classi, dei generi, della specie ecc. L'organismo sarebbe come in balìa dei cangiamenti provenienti ad ogni istante dall'esterno e dopo un tempo non lungo rischierebbe di divenire irriconoscibile.

Comunque, quello che si è detto non deve far pensare che l'essere vivente, durante la vita, non possa fare in alcuna maniera acquisti che siano poi trasmissibili e che quindi l'adattamento attivo sia pressochè impossibile. Si vuol dire solo che qualsiasi forma di attività e di adattamento individuale può esser trasmissibile solo se ha la sua condizione in una corrispondente variazione del germe, in qualunque modo questa abbia avuto origine. Non si tratta di negare l'energia propria dell'individuo e la sua capacità d'iniziativa, ma solo di spostarne, per così dire, il centro di gravità.

La continuità e la permanenza del plasma germinale non escludono affatto in senso assoluto la variabilità. Anzitutto il germe non può non subire mutamenti in seguito alla azione proveniente, direttamente o indirettamente, dall'esterno; inoltre, ed è quel che più importa, essendo esso fornito di vita, non può sottrarsi a quella forma di divenire che è inseparabile da ogni forma di vita. Quando si parla di *variazioni spontanee*, di variazioni che rappresentano delle vere novità nel mondo della vita, e che, essendo ereditarie, possono essere il punto di partenza di nuove serie evolutive, si vuole alludere appunto alla capacità originaria del protoplasma germinale di assumere forme sempre nuove in conformità della sua natura.

Naturalmente nessuno crederà che tali variazioni siano da considerare puramente accidentali o siano prodotte da una forma particolare di contingenza. Esse, come tutti gli altri fatti della natura,

sono determinate da cause; solo che queste non sono al di fuori dell'essere vivente, ma sono nella sua interiorità.[1] In fondo alla stessa maniera che lo sviluppo dell'individuo si compie per mezzo di *mutamenti* o di *crisi*, che avvengono dopo periodi più o meno lunghi di preparazione, così l'evoluzione del plasma nelle specie si compirebbe per mezzo di variazioni che ne segnerebbero le fasi successive in una direzione determinata. La variabilità così attribuita al germe è necessariamente in relazione con la variabilità di tutto l'organismo. Da tal punto di vista è da ammettere un influsso reciproco tra l'organismo nella sua totalità e il germe. Il fatto che non sempre riusciamo a rappresentarci *fisicamente* quest'azione reciproca non è buona ragione per negarla: vi sono tante altre azioni vitali che non riusciamo a rappresentarci con immagini concrete.

L'apparenza di contingenza (spontaneità) che assumono spesso le variazioni, dipende dal fatto che esse non sono, per così dire, *analiticamente* deducibili dalle condizioni preesistenti. Il che poi non vuol dire che siano una *creatio ex nihilo*. Molti naturalisti rifuggono dall'ammettere le variazioni germinali nel senso indicato, ma essi poi sono costretti a darsi in braccio al Caso per potere in qualche maniera rendersi conto del sorgere di fatti nuovi nel mondo organico. Poichè l'esistenza delle variazioni è innegabile, e queste non possono essere attribuite ad influenze esterne, si ricorre al mezzo di derivare le variazioni effettivamente constatabili, da variazioni di elementi non

---

[1] Forse non è inopportuno richiamare alla mente, qui, la distinzione fatta dal De Vries (*Il vitalismo*, trad. ital. Sandron editore) tra *variazioni brusche o mutazioni* e *variazioni fluttuanti*. In ordine alle prime poi occorrerebbe distinguere tra quelle che dànno origine a nuove specie (specie elementari) e quelle che sono il punto di partenza per la formazione delle varietà, siano queste *regressive* (implicanti di solito la scomparsa — latenza — di un carattere proprio della forma stipite), ovvero *ataviche* (implicanti la riapparizione di caratteri rimasti per qualche tempo latenti). — L'importante è che, stando al De Vries, le mutazioni sono regolate dalle seguenti leggi: 1) Le specie elementari fanno la loro apparizione d'un tratto; 2) Le forme nuove si staccano lateralmente dalla forma stipite, la quale in generale continua a vivere ed a prosperare per suo conto; 2) Le nuove specie non presentano fluttuazioni; 4) Le nuove specie sono costituite di molti individui; 5) Le mutazioni non hanno niente di comune con le fluttuazioni, le quali non dànno mai origine a nuove forme stabili. — È bene aggiungere come per il De Vries la selezione naturale avrebbe specialmente il compito di fare scomparire le forme inadatte o le meno adatte a vivere nelle condizioni in cui sono prodotte. La teoria troverebbe applicazione anche nel regno animale, quantunque non nella stessa estensione che nel regno vegetale. — Avremo occasione in seguito di toccare lo stesso argomento.

percettibili. Non si pensa che spostando il problema verso una scala minore non se ne agevola affatto la soluzione. Donde, si può domandare infatti, le variazioni degli elementi ultramicroscopici, con qualunque nome questi siano indicati? Donde le differenze di loro energia o efficacia? Dalle differenze di nutrimento forse? Ma prima di tutto, se le azioni provenienti dall'esterno non sono ritenute sufficienti a dar ragione delle variazioni osservabili, non si vede come possano esser ritenute sufficienti a spiegare le differenze tra gli elementi minimi; poi, verso qualunque termine si sposti la variazione, ci si trova sempre di fronte all'accidente. Ora è assurdo abbandonare alla mercè del caso la realizzazione di una delle condizioni di ogni evoluzione e di ogni progresso, qual'è la variabilità in una direzione determinata.

VIII.

MORFOGENESI E ONTOGENESI.

L'attività morfogenetica si riferisce alla determinazione delle strutture e quindi alla costituzione degli organi che compiono le diverse funzioni vitali. L'organismo, come si ebbe ad osservare altrove, può esser paragonato per certi rispetti ad una *macchina*; ora la macchina, per poter compiere l'ufficio cui è destinata, deve risultare di parti eterogenee, che devono trovarsi in determinati rapporti tra loro, in guisa da poter concorrere ad un unico risultato. Lo sviluppo ontogenetico risulta dal convergere molteplici azioni morfogenetiche ad un unico fine; che è la creazione della meravigliosa unità funzionale, per cui ogni elemento contribuisce alla conservazione del tutto. È questa l'armonia di «composizione» su cui richiamò particolarmente l'attenzione, tra gli altri, il Driesch nelle sue varie opere. Gli organi, quali noi li osserviamo nell'adulto, formano un tutto e derivano dal collegamento di molteplici strutture di cui ciascuna si è venuta differenziando per proprio conto, pur provenendo da qualcosa di unico. Lo sviluppo embrionale in tutti i suoi tratti tende sempre ad assicurare il compimento di una determinata funzione e quindi poi il concorso di funzioni diverse ad un unico risultato: il più bell'esempio ci è fornito da organi complessi come l'occhio; la retina coi suoi coni e bastoncelli, il cristallino coi muscoli di *accomodamento*, la cornea trasparente — tutte queste parti si sviluppano per la visione, che effettivamente quale funzione è un fatto semplice. Uno dei fenomeni più notevoli è l'assistere durante lo sviluppo alla comparsa di organi, la cui funzione specifica potrà esser compiuta solo più tardi.

Durante lo sviluppo ontogenetico la tendenza a raggiungere il proprio termine è tanto forte che nel caso si verifichi una deviazione sembra che sia compiuto ogni sforzo per arrestarla e per riprendere il cammino interrotto. Si direbbe che il germe si sviluppi

secondo un piano prestabilito, se una tale espressione non fosse inconciliabile con altri fatti. Non v'ha dubbio che lo sviluppo individuale è determinato dalle « potenze » esistenti nel germe. Solo che le potenze, dopo gli ultimi studii compiuti a tal proposito, non sono da concepire come forze agenti in modo uguale dappertutto: anzitutto si distinguono fra loro per il sito in cui spiegano la loro efficacia (*localizzazioni germinali*); poi si trovano le une subordinate alle altre, le più particolari alle più generali. Quel che si può dire di più preciso è che esse, a guisa d'impulsi, dominano e dirigono i fenomeni fisico-chimici in modo da dar origine agli organi e ai tessuti e quindi alle *forme* nei singoli casi; in un primo tempo il fatto prevalente è la moltiplicazione delle cellule e il loro accumularsi in determinati punti; in un secondo tempo invece, s'inizia il processo di differenziazione e quindi si accentua l'eterogeneità, per cui si originano i tessuti e gli organi differenti.

In nessun campo della biologia, la vita si rivela veramente creatrice come nell'ontogenesi di un organismo. Essa trae la *forma* dall'amorfo, dà origine ad organi complicati muovendo da elementi semplici e crea strutture mediante un chimismo *specifico*, che depone appunto per l'esistenza dell'impulso a cui s'accennava. Solo quando l'opera costruttiva è compiuta, la tensione, diciamo così, viene scemando. Non si può dire che le modalità di esplicazione delle potenze siano predeterminate in tutti i loro particolari come non è predeterminato il risultato a cui il dispiegamento delle potenze in ciascun caso può condurre. I principii morfogenetici in talune circostanze rivelano una vera autonomia e spiegano variamente la loro efficacia. Si sa che trattando opportunamente l'embrione di alcuni animali, quando, ad esempio, esso consta appena di quattro cellule, in maniera da isolarle l'una dall'altra, da ognuna delle quattro cellule isolate si sviluppa un organismo intero, e, invece del solo individuo che in condizioni ordinarie si sarebbe formato, se ne hanno quattro a cui non manca nessun organo, solo che essi sono di dimensioni ridotte. Non è a parlare dunque di predeterminazione in senso rigoroso ed assoluto, ma solo di tendenza originaria a compiere lo sviluppo *in una certa direzione*. Avremo occasione di tornare su tale argomento di qui a poco, quando si discorrerà della rigenerazione; qui basti avere accennato come l'attività morfogenetica vada considerata funzione essenziale e costitutiva dell'essere vivente del tutto irreducibile a fatti di ordine fisico-chimico. Se può sembrare che

certe sostanze chimiche esercitino un'azione morfogena (tale sarebbe l'azione degli ormoni), ciò accade perchè si confonde l'azione eccitatrice di una capacità con l'esistenza o dispiegamento effettivo di tale attitudine o capacità.

La forma a cui s'accenna è un'altra parola per indicare, come si vede, l'organizzazione. E a tal riguardo bisogna distinguere le composizioni chimiche contenute nell'essere organizzato e la formazione degli organi. Quest'ultimo problema è di spettanza della biologia (morfologia organica) e non può esser risoluto dalla chimica. Nessun chimico può proporsi di formare nel suo laboratorio un muscolo, una foglia, un frutto, un organo qualsiasi. La chimica può avere l'intento solo di formare i principii immediati (materiali chimici) contenuti negli organi. E Cl. Bernard ebbe ragione di notare che il chimico nel proprio laboratorio e l'organismo, con le risorse di cui dispone, finiscono per mirare a fini diversi, servendosi anche di mezzi diversi. L'uno — il chimico — può far l'analisi e anche la sintesi di certi composti organici; l'altro — l'organismo — conosce il segreto per formare gli apparecchi e gli organi, che sono assolutamente cosa diversa dai composti chimici. L'acquisto della forma tipica nell'essere vivente rappresenta il risultato di un lavoro lungo e lento, di un lavoro che è compiuto nell'intimità dell'essere. Nell'organismo semplice ed elementare sembra che tale lavoro si confonda con quello della nutrizione: è nutrizione diretta, regolata in un certo senso, che ha per conseguenza di determinare l'accrescimento progressivo con differenziazione ristretta nei più angusti limiti. Nell'organismo complesso si ha maggiore differenziazione in particolari direzioni in conformità delle esigenze delle funzioni vitali.

Si capisce come le determinazioni morfologiche e strutturali, che gli esseri viventi presentano in tutta la distesa del mondo organico, non siano deducibili da leggi per altra via conosciute (leggi fisicochimiche), ma possano esser solo interpretate, ricostruendo il processo evolutivo, per cui esse hanno raggiunto lo stato in cui noi in un certo momento possiamo osservarle (stato normale adulto).

Gli esseri viventi non solo costruiscono la loro forma tipica, ma sono in grado di ricostruirla ogni volta che sia necessario farlo: la rigenerazione consiste appunto nella formazione delle parti alterate o addirittura distrutte. Vi è il processo di rigenerazione normale o fisiologica, con cui si tende a sostituire con elementi

nuovi quelli alterati per consumo, per usura ecc. Tale è la ricostruzione dell'epidermide, la neoformazione dei globuli del sangue, delle cellule epiteliali dell'intestino o di quelle glandolari. Nella stessa categoria è da porre il rinnovamento periodico del tegumento nelle larve degli insetti, e nei crostacei, o anche la produzione di successive dentizioni in certi pesci ecc.

Vi è poi una forma di rigenerazione, potremmo dire, accidentale, la quale tende a ristabilire, in modo più o meno perfetto, le parti distrutte per cause diverse. Tale rigenerazione ha questo di proprio che presenta gradi; dalla semplice cicatrizzazione di una lesione si giunge alla riproduzione completa di parti tolte via. Mentre negli animali inferiori, compresi i vermi, da singoli frammenti è possibile ottenere organismi interi e negli anfibi e nei rettili si può avere la ricostituzione di singole parti, nei mammiferi si nota solo la capacità di cicatrizzare le lesioni prodotte in singoli tessuti. Nelle piante poi si constata che uno dei modi di loro propagazione è rappresentato dal potere rigenerativo; parti staccate dalla pianta finiscono per dare origine a forme organiche complete (talee, bulbi, tubercoli ecc.).[1]

Si può osservare qui che le condizioni della rigenerazione variano nella loro natura e nel loro significato in rapporto alle circostanze, in cui si può trovare l'organismo. Sembra assodato che negli

---

[1] In base agli esperimenti su taluni esseri viventi fu ammesso che, mentre una certa attitudine rigenerativa si riscontra in tutte le parti componenti un organismo (tanto più se si tratta di un organismo inferiore), le modalità di esplicazione della potenza variano nelle diverse circostanze, per esempio, in rapporto alla posizione delle parti in cui avvengono le sezioni. In ogni modo, non è a credere che il processo rigenerativo in tutti i casi sia riducibile ad una forma di gemmazione originantesi sulla superficie di una lesione, perchè in molti casi il processo si complica notevolmente. Esso spesso segue vie diverse da quelle ontogenetiche, come quando la parte rimasta, perdendo il grado di differenziazione già raggiunto, si riduce ad un cumulo di cellule indifferenziate, per riprendere *ex novo* il processo di formazione dell'organismo (*Rückbildungen* e *Undifferenzierungen* furono dette dagli autori tedeschi). Se, per esempio, alla tubularia (idropolipo costituito da un peduncolo e dall'idrante o capolino) viene reciso il capolino, essa lo riproduce spesso entro le diciotto ore non per semplice gemmazione dalla superficie del taglio, ma con un particolare processo in cui ciascuna parte del nuovo idrante è formata da un segmento determinato del peduncolo e non è a supporre che a ciascun segmento del peduncolo sia inerente uno speciale valore prospettico di restituzione, giacchè a qualunque punto del peduncolo si faccia il taglio si ha sempre la formazione di un nuovo idrante. (Vedi per i particolari DRIESCH: *Die Philosophie des Organischen*, vol. I, pp. 110 e sgg., Leipzig, 1909. — DRIESCH, *Il vitalismo*, traduzione italiana, pp. 291 e sgg.).

organismi monocellulari siano suscettibili di rigenerazione solo le parti contenenti qualche frammento del nucleo cellulare. Negli organismi più elevati sono gl'individui più giovani che mostrano un più alto potere rigenerativo. Spesso il tessuto rigenerato si trova disposto in modo particolare rispetto alla lesione. In molti casi sembra che condizione indispensabile per la rigenerazione sia la persistenza di alcune cellule del tessuto da rigenerare. Può accadere però che l'organo nuovamente formato abbia un'origine del tutto diversa; lo dimostra il fatto della rigenerazione della lente cristallina del tritone dall'iride, nel qual caso appunto si ha una reintegrazione singolarissima. Mentre nell'embrione la lente cristallina si sviluppa da una parte e l'iride da un'altra e solo secondariamente vengono a trovarsi contigue, nel caso di rigenerazione artificialmente provocata, la lente cristallina si svolge dall'iride. Un tale fatto è importante, perchè dimostra che anche in cellule molto differenziate, quali sono quelle dell'iride, possono rimanere latenti attitudini evolutive che possono dispiegarsi quando agiscano stimoli appropriati.

Negli animali forniti di sistema nervoso, è innegabile l'influenza di esso sull'andamento del processo rigenerativo; il quale può iniziarsi bensì anche senza influsso nervoso, ma solo con tale influsso riesce perfetto e completo.[1]

Le ricerche compiute sui fenomeni di rigenerazione, mentre dunque tendono a mettere in luce l'esistenza nell'organismo di una capacità intesa a reintegrare la propria forma (*impulso formativo*), dimostrano che tale capacità non si esplica sempre in modo eguale. Essa subisce delle modificazioni a seconda delle circostanze in cui ne è provocata l'esplicazione. Le singole parti, mentre nei casi ordinari

[1] Herbst dimostrò che, togliendo l'occhio in tutta una serie di crostacei, si può averne la rigenerazione solo a condizione che sia conservato il ganglio nervoso ottico sotto la dipendenza del quale è appunto l'occhio. Togliendo invece anche il ganglio nervoso, si ha la formazione di un'antenna al posto dell'occhio. Ciò dimostra il determinarsi di un eccitamento rigenerativo particolare da parte del ganglio ottico. Alla medesima conclusione mena un'esperienza del Morgan. Se si taglia il segmento anteriore di un lombrico e all'animale così decapitato si taglia per di più una porzione della catena nervosa ganglionare ventrale, si trova che la testa non si rigenera a livello della sezione, come avviene quando non è tagliata la parte della catena nervosa ganglionare, ma si forma all'estremità del sistema nervoso conservato. E quando si tagli la parte del sistema nervoso più basso del livello anteriore del primitivo taglio si formano due teste al livello delle due estremità anteriori del sistema nervoso (vedi GEMELLI, *L'influenza del sistema nervoso nei processi di rigenerazione*; e GEMELLI, *L'enigma della vita*, vol. II, pp. 604 e sgg.).

si trovano come subordinate all'azione e alla regola del tutto, in casi eccezionali o anormali possono acquistare un grado più o meno notevole di autonomia, in modo da agire, entro certi limiti, s'intende, ciascuna per proprio conto, o anche in modo da assumere il valore di un nuovo centro di attività vitale.

Vi è poi il fatto del trasferimento di un tessuto da una parte all'altra dello stesso organismo o anche ad una parte di un organismo differente, che ha grande importanza, perchè ci dà il modo di formarci un'idea della persistenza del potere specifico (differenziato) di un elemento organico indipendentemente dai rapporti in cui antecedentemente potette trovarsi: i primitivi rapporti possono esser sostituiti da nuovi rapporti. È noto come nelle piante il procedimento della trapiantazione ha larga diffusione sotto la forma d'*innesto,* di *margotta* ecc., e anche negli animali è possibile la sostituzione di una parte all'altra quando ciò possa riuscire vantaggioso; spesso anzi il tessuto d'innesto e il fondo su cui avviene l'innesto esercitano una notevole azione reciproca l'uno sull'altro.

Possiamo fermarci qui. Il fatto che noi specialmente volevamo mettere in luce è la persistenza, in cellule differenziate, di poteri latenti, che possono esplicarsi solo in determinate condizioni, nonostante che la funzione riproduttiva vera e propria si trovi affidata ad organi speciali (cellule germinali).

Passando ora alla considerazione in modo particolare dello sviluppo ontogenetico, osserviamo che esso ha inizio sempre con la cellula (uovo fecondato), che per tale rispetto figura come l'elemento organico originario. La riproduzione cellulare veramente tipica, si ebbe occasione di accennarlo disopra, è rappresentata dalla divisione *indiretta* o *mitosi.* La mitosi sarebbe determinata da un complesso di forze (per la più parte a noi ignote) aventi per risultato la divisione delle varie parti della cellula e la distribuzione in proporzioni uguali della sostanza nucleare. È significativo il fatto che il processo mitotico si constata in tutte le cellule embrionali e in quelle molto attive, mentre la divisione *in toto* (divisione amitotica) si riscontra in generale nelle cellule sfornite di capacità evolutiva. Legittime certamente sono le ricerche, che si sono compiute e tuttora si compiono, affine di determinare le forze e le leggi, che renderebbero possibile la moltiplicazione delle cellule, forze e leggi che possono bene essere di ordine fisico o chimico: solo che da ciò non può esser tratta

la conseguenza che il fatto della divisione cellulare risponda esclusivamente a necessità di ordine fisico. Occorre sempre rendersi conto del fatto che i processi fisico-chimici, svolgendosi secondo un ordine determinato, finiscono per assumere il valore di mezzi per il conseguimento d'un risultato che non ha l'analogo nel mondo inorganico (moltiplicazione degli individui viventi).

Ed ecco che si rivela subito inaccettabile la vecchia teoria dello Spencer, secondo la quale la divisione cellulare deriverebbe dalla difficoltà, o, se vogliamo, anche dall'*impossibilità*, che (data la relazione fra superficie e volume nella cellula che cresce) una cellula cresca indefinitamente, nutrendosi in tutta la sua massa (sferica per la tensione superficiale), senza dividersi. Tale teoria urta, tra l'altro, contro il fatto, dimostrato anche sperimentalmente, che non vi è corrispondenza, nel senso voluto da essa, tra l'eccrescimento — per condizioni alimentari — e la divisione cellulare.[1]

Nè l'ipotesi più recente dell'*equilibrio chimico* vale a gettar luce sul fenomeno, giacchè non si riesce a capire come l'organismo in un certo momento, per conservare il proprio equilibrio chimico, dovrebbe ricorrere al mezzo bizzarro di scindersi, quando potrebbe in modo più semplice eliminare le sostanze non utilizzabili. Nessun argomento ricavato dalla conoscenza che abbiamo delle leggi chimiche e meccaniche potrà giustificare l'opinione che l'assimilazione e l'accrescimento debbano condurre alla divisione cellulare quale noi l'osserviamo. Una tale opinione può giustificarsi solo coll'altra che gli organismi elementari (vale a dire le cellule) non possano sussistere indefinitamente senza crescere e moltiplicarsi; ὕστερον πρότερον dunque. Anche in questo caso, soltanto attribuendo *surrettiziamente* alle energie fisiche, chimiche e meccaniche, le attitudini e le proprietà caratteristiche degli esseri viventi, si può aver l'illusione di ridurre i processi di divisione cellulare a processi fisico-chimici.

Il processo — almeno negli organismi più elevati —, come si diceva, si inizia con la divisione della cellula, che rappresenta il prodotto della fusione dell'elemento maschile con quello femminile (cellula uovo), divisione cellulare, che, ripetendosi un gran numero di volte, finisce per dare origine ad un ammasso di cellule, che, ordi-

---

[1] Sembra che in alcuni casi (infusorii) la scarsezza degli alimenti abbia per effetto di agevolare il processo di divisione cellulare. Vedi P. ENRIQUES, *La cellula*, Bologna, 1914.

nandosi in varie guise ed assumendo varia configurazione, segnano le prime tappe dello sviluppo ontogenetico (formazione dei *blastomeri*, della *morula*, della *gastrula*). Donde la tendenza dell'uovo alla successiva segmentazione? Non è facile rispondere a tale domanda. Si credette di indicare la causa della segmentazione in uno squilibrio del rapporto fra nucleo e citoplasma; l'uovo avrebbe un rapporto nucleo-plasmatico molto basso, e la segmentazione avrebbe per effetto di elevarlo in quanto il nucleo, ad ogni divisione, diverrebbe pressochè il doppio, mentre il citoplasma crescerebbe molto limitatamente. Ma tale causa non fu riconosciuta sufficiente. Comunque, si può pensare che per l'assimilazione morfogenetica può esser richiesta una maggiore energia da parte del nucleo che non per la regolazione di una funzione specifica. Di qui la differenza tra il rapporto nucleo-plasmatico quale si osserva nelle cellule embrionali, e lo stesso rapporto quale si osserva nei tessuti specifici e differenziati dell'adulto. In ogni caso, se il rapporto nucleo-plasmatico può esser ritenuto indice dell'attività assimilativa, o, secondo i casi, dell'attività funzionale, dell'organismo non pare che ne possa esser considerata la causa. Alla domanda donde derivi la tendenza alla segmentazione embrionale, si può rispondere che essa è conseguenza dell'elevato potere di assimilazione. Solo che dell'elevato potere di assimilazione bisogna sempre dar ragione.

Con la moltiplicazione delle cellule diviene possibile la formazione di varii foglietti o strati cellulari, quindi la costituzione di insenature, di ripiegamenti in varie direzioni, e poi anche il relativo isolamento di certe masse cellulari. È facile capire che senza il processo di differenziazione in senso morfologico e di divisione del lavoro funzionale, senza un abbozzo di specificazione delle strutture compienti uffici differenti, spesso dipendentemente dai rapporti in cui si trovano fra loro o dai loro rapporti coll'ambiente esterno (*funzione protettiva, funzione nutritiva, funzione secretiva o escretiva, funzione motrice* ecc.), non sarebbe a parlare di sviluppo individuale. Gli stadii di tale sviluppo corrispondono appunto al determinarsi dei compiti delle diverse parti che successivamente vanno acquistando rilievo e importanza per la vita dell'organismo.

Senonchè chi consideri l'andamento della curva evolutiva non può far a meno di notare che non sempre il passaggio dall'omogeneo all'eterogeneo avviene per modificazioni lente, graduali, continue, dirette in un certo senso; spesso vien fatto di constatare arresti, de-

viazioni, cambiamenti di direzione ed anche formazione di strutture transitorie, che possono apparire sfornite di significato. Tali fenomeni però sembra che abbiano la loro spiegazione da una parte nella storia evolutiva delle specie e dall'altra in «leggi morfologiche», per cui sembra che la costituzione di un organo sia condizionata da una successione di forme attraverso cui si viene, per così dire, maturando la forma ultima e definitiva.

In ogni modo, l'individuo, segnatamente negli organismi più elevati, si viene sempre costituendo attraverso un processo evolutivo, più o meno lungo e complicato, traendo origine da un germe, il quale è il depositario dei caratteri non solo della classe, del genere, della specie, ma anche dei genitori considerati nei loro rapporti atavici.[1] Il germe, se da una parte figura indifferenziato,[2] ha dall'altra parte la massima contenenza potenziale, in modo da poter realizzare la forma vivente onde proviene, in tutti i particolari. Lo sviluppo ontogenetico per molti rispetti ci si presenta come il più bell'esempio di *causalità immanente* in quanto i diversi stadii si trovano collegati tra loro in modo continuo; si assiste al determinarsi dei varii organi e tessuti e al passaggio spesso graduale da una struttura all'altra, da una forma all'altra, senza che sia possibile cogliervi un'interruzione, una lacuna, un salto, un arresto (nei casi normali, s'intende). Ciascuno stadio trova la sua spiegazione nella serie degli antecedenti, non già che sia contenuto in questi, in modo che ne sia deducibile (analiticamente), ma nel senso che il passaggio, continuo e graduale com'è, sembra *naturale e necessario*. Dopo che il passaggio è stato compiuto e dopo che un certo risultato è stato raggiunto, sorge l'idea che la serie degli antecedenti, in quanto momenti preparatorii del risultato, doveva in certo modo contenerlo. La connessione fra

---

[1] Si prescinde qui da ogni discussione intorno agli uffici diversi che rispettivamente compirebbero le due cellule sessuali, la cellula maschile e la cellula femminile, come si prescinde da ogni discussione intorno all'azione che dispiegherebbe il nucleo rispetto al citoplasma nelle cellule sessuali e specialmente nell'uovo (fecondato); perchè tali discussioni non hanno alcuna importanza per l'argomento che noi trattiamo, relativo ai principii biologici fondamentali.

[2] Il germe figura indifferenziato in quanto è capace di dare origine a organi eterogenei; non è affatto indifferenziato quando si consideri in sè o in rapporto alle altre cellule dell'organismo (fornito com'è della capacità evolutiva). Si può paragonare alla moneta che, mentre ha un grande valore potenziale — potere d'acquisto di infiniti beni — in sè considerata, ha un esiguo valore attuale.

il risultato e le condizioni presenta un carattere di necessità solo *post factum*. Noi possiamo ammettere il passaggio continuo e graduale da uno stadio all'altro dello sviluppo individuale in quanto in fondo lo constatiamo, ma non saremmo stati mai in grado di anticiparlo o di ricostruirlo *a priori*, nonostante che i varii stadi di sviluppo non sono in rapporto di pura successione, bensì in rapporto di dipendenza; lo stadio *c* è realizzato solo dopo che furono realizzati gli stadi *a* e *b*: e parimenti lo stadio *e* è realizzato solo dopo che furono realizzati gli stadii *a*, *b*, *c*, *d*. Non si vede la necessità per cui gli antecedenti furono realizzati e per cui essi diedero origine ai rispettivi conseguenti.

Alla domanda relativa al significato dello sviluppo individuale, si può rispondere che esso, superficialmente considerato, si presenta come una specie di ricapitolazione delle fasi che certe categorie di forme viventi hanno dovuto attraversare, prima di raggiungere lo stato in cui noi effettivamente le osserviamo: solo che bisogna intendersi sul significato da attribuire a tale ricapitolazione. Alla stessa maniera che le specie viventi hanno potuto derivare da altre specie per il concorso di cause e leggi che a noi in parte sfuggono, così il succedersi delle varie fasi di sviluppo dell'individuo si compirebbe secondo regole che possono entro certi limiti corrispondere a quelle dell'evoluzione della specie. Come la sostanza vivente ha dovuto dare origine a certe variazioni (o mutazioni), le quali poi hanno assunto carattere diverso secondo che erano o no precedute da altre variazioni o mutazioni, secondo che si producevano in uno o in un altro momento, così le fasi dello sviluppo individuale possono assumere carattere diverso secondo che si trovano in relazione con certi antecedenti o con antecedenti diversi.

In realtà la famosa legge biogenetica fondamentale, secondo cui lo sviluppo dell'individuo sarebbe da concepire senz'altro come una pura ricapitolazione dello sviluppo della specie, non è sostenibile in senso stretto e, quasi diremmo, letterale: le varie fasi embrionali non possono corrispondere esattamente alle forme viventi esistite o esistenti e questo per la diversità delle condizioni e per il vario adattamento, che è caratteristico della vita. Date le condizioni speciali in cui lo sviluppo si compie, è da aspettarsi che speciali organi e speciali strutture prendano origine. Parimenti sarebbe errore aspettarsi dai mutamenti embrionali un'indicazione precisa e quasi direi documen-

tata, circa gli antecedenti di una determinata specie vivente, ma è innegabile che quando si tenga conto della natura propria dell'essere vivente, della sua tendenza a variare in certe direzioni, serbando le tracce degli stati per cui in antecedenza ha dovuto passare, si può ben dire che la storia dell'individuo ricalca, sia anche in senso lontano, quella del gruppo a cui l'individuo appartiene.

Il Koelliker fu tra i primi (1882) ad opporsi all'opinione allora diffusa che la ragione sufficiente (spiegazione causale) dei fenomeni dell'ontogenesi fosse da porre nell'eredità. L'autore citato, riferendosi soprattutto allo sviluppo dell'uomo, domandava perchè mai in tale sviluppo siano constatabili certe tappe dell'evoluzione genealogica e non altre: di tutte le forme inferiori per cui i progenitori dell'uomo dovettero passare, si trovano riprodotte nello sviluppo embrionale soltanto quelle di organismi unicellulari (*amebe*) nello stadio dell'uovo, quelle di colonie cellulari semplici dopo la segmentazione (*morula, planula, blastula*), e finalmente in ultimo cominciano ad essere osservabili le note del vertebrato. Come mai, egli si domandava inoltre, l'embrione umano non presenta mai un cranio completamente cartilagineo come il pesce? La considerazione funzionale (Hensen) parve al Koelliker che gettasse più luce sullo sviluppo embrionale; le forme richieste per il raggiungimento del termine dello sviluppo sarebbero quelle che più frequentemente si troverebbero ripetute.

È difficile distinguere quello che è veramente l'abbozzo embrionale da quello che non lo è. Quando poniamo nello sviluppo embrionale di un organismo elevato, vien fatto di constatare una catena di abbozzi metamerici eguali fra loro, non se ne deve dedurre che tale organismo abbia dovuto avere tra i suoi antenati un organismo formato appunto di metameri tra loro uguali (il che non è vero neanche per gli anellidi): ma se ne deve dedurre che « in base alle leggi di sviluppo morfologico » la disposizione o l'ordine degli abbozzi nel senso indicato è necessario per la formazione di un vertebrato. Lo stato iniziale di un organismo ha caratteri tanto indeterminati e schematici che non è lecito attribuirgli il significato di forma atavica. La forma atavica non può rappresentare che un essere capace di vivere, quando poi l'embrione all'inizio si presenta solo come costituito di organi, spesso disposti in maniera uniforme, comune a un gran numero di esseri, come il materiale diciam così, donde poi scaturiscono le differenziazioni particolari.

Il vero è che il processo ontogenetico non può esser considerato

come una semplice ripetizione, anche abbreviata, del processo filogenetico, perchè processo ontogenetico e processo filogenetico hanno in fondo ufficii differenti; il processo ontogenetico può mettere in luce solamente quello che l'altro è venuto preparando in una serie indefinita di età. L'ontogenesi può attuare gli abbozzi esistenti nel germe, e ciò può fare in maniera rapida, perchè tutto si trova disposto a tale scopo: la filogenesi invece ha potuto aver luogo lentamente per il concorso di molteplici fattori. La cellula uovo come abbozzo dell'organismo e l'organismo formato in un certo senso si condizionano a vicenda: l'uovo non è che l'individuo *non formato*, bensì abbozzato e l'organismo formato non è che l'esplicazione del processo abbozzato nell'uovo. In ogni ontogenesi ciascun individuo sviluppa *sè stesso*.

Ciascun organismo nell'ontogenesi ha principio da una cellula; ma ciò accade, non perchè esso ripete lo stadio per il quale è passata la filogenesi della specie; l'uovo è differente nel caso di organismo complesso, come è differente questo stesso organismo: l'ontogenesi comincia con la cellula, perchè questa è la forma elementare fondamentale a cui si trova collegata la vita nel processo di riproduzione.[1]

Si è parlato anche di stratificazione delle tracce filogenetiche nel germe; solo che bisogna tener presente quel che abbiamo or ora notato, che i mutamenti non si succedono gli uni agli altri inalterati, che anzi tutta la serie, a cominciare dal germe, finisce per assumere un carattere peculiare dipendentemente dallo stadio raggiunto dalla forma vivente nella sua evoluzione.[2] Il germe, facendo parte della forma attuale, finisce per risentire gl'influssi di questa forma. La parola stratificazione non può avere che questo significato, che i rapporti causali tra i momenti successivi dello sviluppo corrispondono (o sono analoghi) ai rapporti causali che resero possibile la successione storica dei varii stipiti degli esseri viventi. Del resto una conferma di tale veduta si trova nei fenomeni ereditarii più facilmente constatabili. Nella vita dell'individuo spesso si trova come abbozzata la storia della famiglia, della razza ecc.

---

[1] Vedi a questo proposito L. VIALLETON, *Un problème de l'évolution*, Montpellier-Paris, 1908.

[2] Nell'aver tenuto conto di questo sta l'importanza della rappresentazione della legge biogenetica secondo Hertwig, in confronto della rappresentazione della legge biogenetica secondo Haeckel, nel germe.

Possiamo conchiudere che presumere di dare una spiegazione del tutto adeguata dello sviluppo ontogenetico, come si può constatare in questo o quell'individuo, in questa o quella classe di individui è del tutto vano. La riproduzione del nuovo essere essendo determinata nel maggior numero dei casi dalla cooperazione di due individui appartenenti a sesso differente, i cui germi contengono le virtualità latenti dei rispettivi stipiti, può presentare le maggiori alterazioni di cui spesso non può esser data ragione. L'importante è che la nuova forma, nei casi ordinari, presenti i caratteri che la rendano capace di vivere e di svolgersi in una determinata direzione, con l'eliminazione del contradittorio, dell'irregolare, dell'inarmonico, del superfluo, del teratologico. Forse in nessun fenomeno meglio che in quello dello sviluppo ontogenetico si rende evidente ciò che vi ha di caratteristico e, possiamo aggiungere, di meraviglioso nei fatti vitali in confronto dei fatti fisico-chimici.

Il legame organico che, mediante la generazione, si stabilisce tra gli individui e quello che in conseguenza si viene a stabilire tra i momenti dello sviluppo ontogenetico, non possono non richiamare alla mente la continuità che si stabilisce fra i varii momenti della vita psichica individuale per effetto della memoria. Sembra che nei diversi casi la successione degli stati sia in fondo determinata dall'azione che il passato esercita sul presente. Il fatto della generazione e quello dello sviluppo individuale presentano in verità analogie (nulla più che analogie) con l'attitudine inerente alla sostanza vivente a contrarre abitudini, a ritenere in sè le tracce delle azioni compiute per l'innanzi. Durante lo sviluppo individuale si ha la ricostruzione di ciò che fu altra volta costruito e quindi il proseguimento, secondo le linee segnate dal passato, dell'opera eseguita dagli organismi che precedettero.

E uno dei principali meriti della teoria weismanniana è quello di aver insistito sulla notevole efficacia che il passato esercita sul presente, considerando le molteplici forme individuali come espressioni diverse di una forma di attività, che, permanendo attraverso le generazioni, presenta anche una continuità di sviluppo. L'errore del Weismann fu quello di non aver tenuto sufficientemente conto dell'unità fondamentale di ciascun organismo, concependo il germe come qualche cosa quasi di per sè stante. Il germe, essendo parte dell'organismo individuale, di questo deve seguire la sorte ge-

nerale, in qualunque modo si riesca a rappresentarsi i legami esistenti tra germe e organismo. Chi dice organismo dice individualità e unità onde nessuna variazione veramente importante è ammissibile nel corpo vivente che non abbia il suo riflesso nel germe. In fondo le variazioni germinali, da nessuno negate, non si vede come potrebbero avere origine senza la cooperazione di tutto il corpo vivente. Il plasma germinale, come del resto tutto ciò che vive, non può semplicemente *durare*, ma deve variare, crescere e svolgersi; e solo così rende possibile la trasmissione degli acquisti che l'essere vivente va facendo durante la vita.

IX.

ATTIVITÀ IMPULSIVA E REGOLATIVA.

L'attività impulsivo-regolativa — attività primaria e fondamentale dell'essere vivente — se per certi rispetti si rivela coordinata alle altre attività vitali, per altri rispetti è a tutte sopraordinata. Il significato di essa si rivela appunto in questo che, da un lato, in ogni forma di vita si determina un particolare atteggiamento (coll'azione pratica, col movimento, per esempio) dell'organismo in rapporto agli altri oggetti ed esseri dell'universo, e, dall'altro, non vi è fatto vitale che non implichi l'azione di particolari eccitamenti (stimoli) e la risposta agli stessi eccitamenti. E ciascun centro di vita non si presenta solo come nodo di trasformazioni energetiche, o anche come atto semplicemente a subìre le azioni provenienti dall'esterno, ma in quanto principio di spontaneità, è capace di iniziare nuove serie di fatti e di imprimere una nuova direzione ai cangiamenti.

Se ciascun essere vivente è necessariamente in molteplici relazioni cogli altri obietti, in molti casi, tali relazioni è in grado di mutare, atttribuendo loro un nuovo valore. Da una parte è fonte di energia pratica (centro di attività pratica) in quanto può influire su altri obbietti ed esseri, e dall'altra manifesta la sua propria natura mediante peculiari segni esterni, che possono assumere il significato di espressioni. Non vi è funzione dell'essere vivente che rimanga per così dire chiusa in sè stessa e che non si rifletta in qualche modo all'esterno.

Tra la determinazione interiore del fatto vitale e la corrispondente estrinsecazione non intercede una relazione fittizia o artificiale, ma intercede una « relazione naturale ». Accade così che nelle modificazioni della forma esterna si rispecchia lo stato proprio dell'essere vivente in modo che esso è determinabile e riconoscibile, riferendosi appunto agli atteggiamenti, ai movimenti, ai *gesti*, di qualunque

ordine questi siano. E non solo si riconoscono — e agiscono reciprocamente — gl'individui affini, ma anche gli esseri che sono più o meno lontani gli uni dagli altri. Si stabilisce per tale via una vera e propria comunione tra gli esseri, che vale a determinare poi, nelle diverse circostanze, il vario comportamento degl'individui rispetto ad altri individui (atteggiamento d'attrazione e di repulsione, di simpatia o di antagonismo).

Nel fatto vitale si ha come la compenetrazione e l'unificazione dell'aspetto esterno con la corrispondente determinazione interna; il «fatto» si realizza e giunge a compimento nella sua manifestazione, e quella che diciamo manifestazione esterna è correlato necessario dell'accadimento interiore. La vita si attua estrinsecandosi, e la manifestazione esterna assurge al suo vero valore per l'intima compenetrazione in cui si trova con l'azione interna.

Ciascun organismo — sia vegetale che animale — ha una peculiare forma, attraversa determinati mutamenti e assume aspetti diversi in rapporto alle circostanze interne. Sarebbe errore però considerare le differenti condizioni in cui gli organismi ci si possono presentare, come aventi valore soltanto per il soggetto che contempla dal di fuori (poniamo, per l'attività estetica dell'uomo), giacchè esse sono correlati di peculiari determinazioni interne non certo definibili, riferendosi alla nostra coscienza o a qualche cosa di analogo alla nostra coscienza, ma definibili in base all'efficacia che esercitano sulla vita dell'organismo. La pianta in pieno rigoglio non può avere in sè (*in re*) il medesimo significato che ha la pianta che intristisce, se anche di tale significato essa non si può render conto, o avere l'apprensione chiara e definita. Del resto le «impressioni» che noi abbiamo, contemplando le forme e gli atteggiamenti di certi esseri viventi, animali e vegetali, sono suggerite sempre e hanno la loro giustificazione nell'oscura apprensione e, quasi direi, nell'*intuizione* che abbiamo del loro stato reale (obbiettivo). I nostri giudizi e i nostri apprezzamenti in tanto hanno veramente importanza in quanto non sono ritenuti del tutto arbitrari, bensì fondati su determinazioni reali.

Il fatto che anche le piante *reagiscono* a certi stimoli ogni volta che dispongono dei mezzi necessarii, il fatto, vogliamo dire che le piante son capaci di *espressione*, e compiono in date circostanze dei veri e propri «gesti», dimostrano la verità di quello che diciamo. Tutti sanno che le piante si muovono; anche non attribuendo valore

(altro che di una metafora) al paragone fatto da qualcuno, degli innumerevoli stomi constatabili in una foglia a boccucce capaci di aprirsi e chiudersi a seconda dei bisogni delle piante — bisogni di traspirazione e di respirazione — vi sono sempre una quantità di movimenti a volte lenti, e a volte abbastanza rapidi di tutta la pianta o d'alcuni suoi organi di cui va tenuto conto. Alcune forme di tropismi possono avere il valore di moti espressivi (di attrazione o di repulsione) dell'organismo determinati da agenti esterni. Ai gesti diurni si oppongono in certo modo i gesti notturni (anche alle piante è concesso il sonno!). Vi ha poi dei casi in cui i varii gesti si alternano nello stesso individuo. Le fogliuzze della robinia di notte sono rovesciate in basso, nella luce diffusa del giorno si distendono quasi orizzontalmente; e sotto lo stimolo della luce solare diretta e prolungata si alzano e tendono a porsi in piano verticale. Degni di menzione sono anche i movimenti ben noti della *mimosa pudica* e i gesti di presa (e di consecutiva *digestione*) di alcune piante come la *Drosera,* le cui foglie si chiudono sull'insetto che vi si posa e lo digeriscono. Ma all'infuori dei casi che possono sembrare di eccezione, è facile constatare particolari gesti vegetali: per esempio quello del viticcio, che trovandosi a contatto con un oggetto, su cui possa appoggiarsi, vi si impianta e poi si attorce su se stesso fino a trarre seco il tralcio; o quello dei virgulti di molte piante rampicanti (glicino) che talvolta si tendono, come altrettante braccia, verso il muro, che, anche se è lontano, finiscono per raggiungere.[1]

[1] Qui si può richiamare alla memoria il caso riferito dal Bonatelli col titolo *Un caso di antipatia vegetale,* negli *Atti del R. Istituto Ven. di scienze, lettere ed arti,* tomo VIII, serie VII, 1896-97. «A piè di un muricciuolo — egli racconta — alto circa due metri e mezzo, rivestito da un'edera vigorosa e lussureggiante, che sul culmine, espandendosi più liberamente, formava una specie di cornicione vivo di fogliame e di grappoli, furono seminati in primavera alcuni grani del convolvolo americano, così comune nei nostri giardinetti (detto dai botanici *convolvolus purpureus* ed anche con altri nomi). Le pianticelle spuntarono; ma da quando furono alte dal terreno un 8 o 10 cm. non furono osservate per alcuni giorni. Dopo ci si aspettava di trovarle già alte più di un mezzo metro e arrampicate su per l'edera lungo il muro; ma invece si dovette constatare che nessuna si era innalzata più di una spanna. Gli steli si erano bensì allungati, ma, ritorcendosi sopra sè stessi e serpeggiando sul terreno tra l'edera. Supponendo che ciò fosse avvenuto perchè non avessero potuto sostenersi fino a raggiungere i primi ramicelli dell'edera, a cui avrebbero potuto attorcigliarsi, si pensò di venire in loro soccorso e, svolti delicatamente i gambi in tutta la loro lunghezza, furono legati ad uno ad uno a piccola distanza dal loro vertice, ad alcuni ramoscelli di edera, o a qualche picciuolo

Nei diversi organismi, come è facile capire, vien fatto di riscontrare forme di condotta di varia complicazione. Già fu possibile cogliere fasi di inseguimento, di cattura e d'ingestione parziale di un'ameba da parte di un'altra e poi l'evasione del pezzo di ameba catturata, la nuova cattura e la fuga (Jenning). Fu osservato inoltre che un'arcella capovolta fa infiniti sforzi per riprendere la sua posizione normale. Infine fu ammesso che nei microrganismi vi è una parte (nucleo), che non è soltanto necessaria alla conservazione e rigenerazione del protoplasma, nel caso che esso abbia subìto una lesione (come si era creduto da coloro che non avevano seguìto per un tempo sufficientemente lungo la sorte dei frammenti di protoplasma privati del nucleo), ma è il fattore che esercita la maggiore efficacia nel promuovere il dispiegamento delle funzioni vitali (fattore determinante la *vitalità*, come si è detto). Un frammento di protoplasma, privato del nucleo, può bensì seguitare a vivere per qualche tempo, ma poi *finisce per disorganizzarsi*. Senza dubbio il puro protoplasma non è da considerare senz'altro equivalente ad un pezzo di materia inorganica o bruta, perchè può, almeno in certi casi, conservare gli effetti o le tracce dell'azione del nucleo, ma tali tracce col tempo finiscono per dileguarsi. Vi sono funzioni che possono essere eseguite dal protoplasma, senza avere nel protoplasma il loro principio e la loro origine. In ogni modo le principali funzioni sono sotto la di-

---

delle sue foglie. Passarono parecchi giorni e con molta meraviglia si dovette constatare che l'edera soltanto era visibile, e dei convolvoli pareva che non vi fosse traccia. Senonchè qualche tempo dopo al di sopra della festuca dell'edera e frammezzo ai rami terminali di essa, appariva una ricca corona di convolvoli in fiore. Gli steli però si reggevano sempre tra loro, ora ripiegandosi sopra sè stessi ora attorcendosi gli uni agli altri: con l'edera (ad eccezione di due o tre che girarono con qualche voluta intorno al gambo terminale che portava un ramo dell'edera stessa) divorzio assoluto. Esaminando attentamente la cosa si scoperse che dal punto in cui erano legati all'edera, i convolvoli erano cresciuti in linea verticale perfettamente retta, passando fra mezzo alle foglie dell'edera senza avvinghiarsi nè ai picciuoli nè ai rami e senza emettere in tutto il loro corso nè foglie nè fiori. Tutto il loro sviluppo e la loro fioritura erano avvenuti solamente dopo aver superato il rivestimento dell'edera. La cosa doveva tanto più sembrare meravigliosa, perchè si sa come la pianticella del convolvolo appena incontra un corpo a cui possa attorcigliarsi, perfino un ramo di rosaio tutto irto di spini, gli si avvolge in giro e s'innalza sempre a volute destrorse. Se nel caso presente non l'aveva fatto; se malgrado tutti i contatti che per forza aveva dovuto incontrare sulla sua salita non si era mai avvinghiata nè ai rami nè ai picciuoli dell'edera, anzi era salita liscia e senza emettere gemme fino alla sommità, come se l'edera non esistesse, bisognava dire che questa esercitava su di essa un potere repulsivo ».

pendenza propriamente del nucleo, e lo dimostra il fatto che esse vengono a dileguarsi gradatamente dopo alcuni giorni che è stato tolto il nucleo.

Del resto l'esistenza del momento dell'attività impulsiva-regolativa nelle funzioni vitali negli organismi più semplici è dimostrata anche dal fatto della scelta quale si rivela nella *ricerca dell'alimento* e nei fenomeni della *coniugazione*.

Si è tentato di spiegare il fenomeno della scelta, riducendolo alla relazione tra la composizione chimica della cellula (che sceglie) e la composizione chimica del «corpo» obbietto della scelta, ma si deve convenire che spiegazioni di tal fatta non hanno alcun valore: sono spiegazioni puramente verbali. La *reazione* intesa in senso chimico e la *reazione* di un organismo, in date condizioni, non hanno di comune che il nome, perchè nei due casi il significato è del tutto differente: la reazione chimica importa trasformazione spesso totale di entrambe le sostanze che entrano in combinazione; la reazione intesa come forma di condotta di un organismo in seguito all'azione di uno stimolo, invece, importa la tendenza nell'essere vivente a conservare il proprio essere, nonostante l'azione che su di esso ha esercitato un corpo estraneo. Nella reazione chimica non sono implicite parecchie possibilità e quindi l'opzione per una di esse, come appunto accade nel caso della reazione dell'organismo, il quale, trovandosi di fronte a parecchie possibilità, dà la preferenza all'una o all'altra, secondo le circostanze: e tale preferenza è soprattutto determinata dalla natura dell'organismo e dalle esigenze di esso. L'atto di scelta può esser l'antecedente o il conseguente di un fatto fisico-chimico (ricerca dell'alimento, per esempio), ma non si può dire che consista o si risolva in un processo fisico-chimico.

È noto come gli organismi monocellulari sono spesso dotati di mobilità, la quale si manifesta d'ordinario nei cangiamenti di forma. Ora i movimenti non si può dire che siano sempre determinati da urti trasmessi da agenti estranei; sono spesso movimenti spontanei o automatici. I movimenti proteiformi, mediante i quali gli organismi monocellulari si pongono in rapporto coll'ambiente, sono per di più in gran parte coordinati e rispondenti ai loro bisogni nutritivi, protettivi, riproduttivi ecc. E poichè gli organismi hanno in sostanza la proprietà di reagire agli stimoli esterni, proprietà fondamentale e generale, come sappiamo, di ogni organismo vivente, si deve dedurre

che il protoplasma di tali organismi monocellulari deve contenere un organo *analogo* al sistema nervoso quale si riscontra nei metazoi. Tale idea viene ad essere avvalorata dal fatto che se noi riflettiamo sulle modalità delle reazioni degli organismi monocellulari, non possiamo fare a meno di attribuir loro il valore di reazioni biopsichiche: sono reazioni che mirano ad assicurare il benessere di *tutto l'organismo*; non sono reazioni parziali e localizzate (come accade della più parte dei tropismi), e non sono reazioni stereotipe, perchè raggiungono il loro termine in seguito a molteplici tentativi (*trial and error*). I tentativi sono ripetuti insino a tanto che essi riescono. I movimenti rispondono alle esigenze della conservazione dell'individuo e della specie, e presentano il più delle volte il carattere di difesa contro la minaccia di azioni dannose. L'ameba, per esempio, coll'assumere in certe circostanze la forma globosa mediante la ritrazione dei pseudopodi, raggiunge lo scopo di sottrarsi all'azione dannosa, offrendo ad essa una superficie meno estesa.

Vi è un fenomeno, constatabile nella vita dei protozoi, in cui l'originarietà dell'attività impulsiva-regolativa riluce nel modo più chiaro, ed è il comportamento dei protozoi polinucleati. La moltiplicazione dei nuclei in tali organismi, piuttosto che rappresentare un *preparativo* od un avviamento alla divisione cellulare, è conseguenza del fatto, che il nucleo, avendo una sfera di azione limitata, può estendere la sua influenza alle parti lontane del citoplasma, solo dividendosi. I nuclei prodotti dalla divisione vengono così a trovarsi in punti diversi della massa protoplasmatica: alcuni nella superficie esterna (tegumento), altri nella cavità interna (digestiva), altri nell'interno della vescicola pulsante ecc. Ora ciascuno di tali nuclei, avendo una propria sfera di azione, finisce per determinare la divisione del citoplasma (almeno dal punto di vista funzionale) in masse, delle quali ciascuna dipende da un particolare *centro* (*energide*).

Tra un protozoo o un metazoo, vi è a tal proposito questa differenza, che nel protozoo quelli che son detti energidi, con le rispettive masse, non si trovano separati fra loro in forma di cellule, come appunto può accadere nel metazoo. Si deve notare però che anche quando le masse si trovano separate, la separazione di quelle contigue può non esser completa, per modo che esistono frequentemente comunicazioni o ponti protoplasmatici tra le zone d'influsso degli

energidi. I nuclei, circondandosi di masse di citoplasma, non sempre valgono a isolare queste fra loro. La formazione di nuove cellule così non sempre viene a corrispondere ad una specie di scissione di un'individualità primaria per via di moltiplicazione, ma assume spesso il significato di processo di differenziazione di un essere organico, che resta sempre quello che era originariamente.

Ci sembra così di aver posto in luce l'originarietà e l'estensione dell'attività impulsivo-regolativa in tutta la sfera dei viventi.

X.

L'ESSERE VIVENTE E L'AMBIENTE.

Giunti a questo punto, volendo approfondire la nozione dell'attività impulsivo-regolativa, bisogna fermarsi un momento a considerare le varie specie di relazioni, in cui l'essere vivente si trova con ciò che lo circonda.

L'essere vivente, come è il principio di molteplici attività — coordinate fra loro —, così è il centro di molteplici relazioni che hanno come termine comune di riferimento appunto l'organismo. Tutte le relazioni dell'essere organico possono esser comprese in un'unica relazione generale, che è la relazione tra l'*organismo* e l'*ambiente* intendendo per ambiente tutto quello che *non è* il centro di vita posto in un determinato sito dello spazio e in un certo momento del tempo, tutto quello che in un certo senso si trova di fronte ad esso, e rispetto a cui è appunto centro. La parola ambiente non si vuol riferire solo al complesso di oggetti e di fatti fisici e chimici, terrestri e estraterrestri (clima, temperatura, irraggimento solare), ma anche agli altri esseri viventi a qualunque classe questi appartengano. Anzi a tal proposito è da notare che le relazioni tra l'individuo e l'ambiente — sempre che all'ambiente sia attribuito un significato generale — meritano tanto più di esser prese in considerazione, in quanto includono anche le relazioni tra un determinato centro di vita ed altri centri di vita. L'individuo, come non esiste quale sistema *assolutamente* chiuso e indipendente, quale sistema isolato, quasi come monade che non abbia nè porte nè finestre, (l'essere vivente esiste ed opera nel mondo in cui si trova), così giunge a dispiegare compiutamente la propria natura mediante le relazioni in cui si viene a trovare con altri esseri viventi, e più specialmente con gli esseri simili a sè.

Ciascun essere vivente, per ciò stesso che ha origine da altri esseri viventi, è in una peculiare relazione con questi esseri che lo

precedettero nell'esistenza. Codesti esseri, poi potendosi trovare a varia distanza di tempo dal singolo centro, su cui in un certo momento è fermata l'attenzione, possono esercitare su di esso in varia misura e in vario grado la loro efficacia. Non c'è essere vivente che non si riveli per certi rispetti una continuazione di altri esseri. Il che poi non può avere il significato di negazione dell'individualità, in ciò che questa ha di proprio e di caratteristico, vale a dire il significato di assorbimento dell'individuo nel flusso o nella corrente dei fatti vitali svolgentisi nelle generazioni che si succedono nel tempo, giacchè va fatta distinzione tra la realtà di un determinato centro di vita (l'individualità, abbiamo avuto già occasione di osservarlo, non è un prodotto dell'artificio o della convenzione o del potere astraente dell'intelligenza) e il complesso delle relazioni in cui tale centro si può trovare. Sono tali relazioni, che soprattutto costituiscono la corrente, a cui di sopra accennavamo. Tale corrente non potrebbe formarsi qualora i centri delle relazioni non avessero realtà. I singoli elementi a misura che si vengono costituendo occupano un posto nel tempo e dispiegano variamente la loro attività, ma i centri sono reali, com'è reale il flusso o la corrente. I centri e il flusso permangono distinti nel loro valore, e non sono da identificare o da confondere.

Vi sono poi le relazioni che il centro singolo di vita può avere cogli altri centri, specialmente coi suoi simili, viventi simultaneamente. Tali relazioni non sono meno importanti e significative di quelle tra l'essere esistente in un certo tempo e gli esseri onde esso proviene o anche gli esseri che in ogni modo lo precedettero. Le diverse forme di associazione di esseri viventi — e specialmente di animali — differenti tra loro per grado di complessità e di organizzazione, con varia distribuzione di ufficii, sono intelligibili solo ammettendo che in determinate condizioni tra gli individui si stabiliscono particolari relazioni, onde derivano formazioni (aggruppamenti), unità, e quasi individualità di ordine più elevato (individualità di second'ordine). E qui può esser fatta distinzione tra le associazioni create dall'istinto, per rispondere a certe esigenze della vita in comune (*società animali*), e quelle create dalla coscienza, dall'intelligenza e dalla volontà degl'individui nel corso dell'evoluzione storica (come è il caso delle varie forme di società umana).

Noi non possiamo nè dobbiamo entrare nei particolari; osserviamo soltanto che le forme associative istintive — talune forme particolari

di associazione si riscontrano financhе nei vegetali — non sono riconducibili affatto alle relazioni d'ordine meccanico, fisico e chimico, ma depongono per l'esistenza di un ordine peculiare di relazioni, *relazioni vitali, relazioni implicanti azioni nervose o analoghe a quelle nervose e relazioni psicofisiologiche o sensitivo-motrici* ecc.).

Nell'enumerazione delle diverse specie di relazioni — constatabili tra gli esseri viventi in uno stesso tempo — vuol esser tenuto particolarmente conto delle relazioni tra individui, determinate dal dimorfismo sessuale, o da quella che può essere indicata come polarità sessuale. Se non si può parlare di relazioni sessuali in tutta la distesa del mondo organico, è certo che esse si riscontrano in un numero considerevole di esseri viventi, presentando caratteri particolari, per cui meritano di esser distinte da tutte le altre.

Comunque, dalla considerazione delle varie specie di relazioni in cui ciascun centro di vita si può trovare, dispiegando le attività di cui è dotato, risulta confermata la tesi che la vita è definibile sempre mediante il comportamento del centro singolo (sistema relativamente indipendente) di fronte all'ambiente — preso in senso largo —. Tale comportamento nei singoli casi sembra comprensibile, solo riferendosi appunto alle modalità di dispiegamento dell'attività impulsivo-regolativa.

Forse non è inopportuno aggiungere qui che tutte le relazioni distinguibili negli esseri viventi possono essere in fondo ordinate da un certo punto di vista in due categorie fondamentali, nella *categoria delle relazioni implicanti trasformazioni energetiche* (relazioni d'ordine fisico-chimico) e in *quella delle relazioni implicanti rapporti d'ordine psicofisiologico* (relazioni sensitivo-motrici). Non è a credere certo che vi siano funzioni dell'organismo che implicano *esclusivamente* modificazioni fisico-chimiche e quindi trasformazioni energetiche, e funzioni che implicano *esclusivamente* azioni psicofisiologiche; perchè le funzioni vitali includono processi fisico-chimici e insieme processi a questi non riducibili. L'attività che, dispiegandosi, mira a mantenere l'equilibrio vitale (bilancio vitale) colla trasformazione delle sostanze prese dal di fuori è profondamente differente dall'attività che si esplicha mediante le *sensazioni* o *eccitazioni sensoriali* (la parola « sensazione » vuol essere presa nel senso più largo) e le *reazioni* a tali sensazioni. I processi fisico-chimici e i processi sensitivo-motori non cessano di essere differenti tra loro, se anche con-

corrono sempre al compimento delle funzioni vitali, perchè vi concorrono in diverso modo e in diversa misura. Si tratta, se si vuole, di aspetti o momenti di un unico fatto, solo che ciascuno di tali aspetti o momenti, per l'intento che si può avere e per il risultato che vuol esser conseguito, assume in determinate circostanze tale prevalenza da subordinare a sè, rendendolo accessorio e secondario, l'altro momento.

Come si vede, si tratta in ogni caso di forme differenti di comportamento irreducibili tra loro; l'una trova la sua espressione adeguata nel metabolismo organico, vale a dire nella serie di cangiamenti di ordine chimico, per cui si realizza il ricambio materiale, l'altra trova la sua espressione nel rapporto psicofisiologico ed ha la sua attuazione più completa mediante la costituzione e il funzionamento del sistema nervoso; ma tanto l'una che l'altra forma di comportamento implicano elementi chimici da un canto ed elementi psico-nervosi dall'altro canto. La differenza è nel predominio che i vari elementi costitutivi acquistano nei due casi. Si capisce pertanto come il funzionamento del sistema nervoso che è l'organo precipuo dell'attività impulsivo-regolativa) finisca per assumere il valore di organo della vita e insieme della psiche. Ogni forma più elevata e complicata di vita, come ogni specie di psichismo superiore realizzabile sul nostro globo, si trova condizionata dal sistema nervoso.

Importa ora addentrarsi nello studio di tale organo (sistema nervoso), perchè per tale via potremo anche acquistare un'idea più esatta e più chiara del comportamento, a cui esso si riferisce, e che per esso si manifesta, confrontandolo coll'altro comportamento, che, come abbiamo detto, si realizza soprattutto mediante i processi di trasformazione energetica.

XI.

L'ORGANO NERVOSO.

Nell'organismo, dicevamo adunque, va distinto un duplice ordine di relazioni fondamentali — con l'ambiente —, le relazioni energetiche (trasformazioni o trasferimenti di energia) e le relazioni sensitivo-motrici (adattative). Non vi è fatto o processo vitale, che non implichi tale duplice ordine di relazioni; solo che in alcuni casi ha tale predominio il metabolismo o lo scambio di materia e di energia coll'esterno, che esso riesce a celare il rapporto peculiare tra impressione e reazione, mentre in altri casi è tale *fattore sensitivo-motore* che riesce a celare l'altro fattore dello scambio di materia e di energia. Alla stessa maniera che ogni atto di metabolismo finisce per essere regolato dall'azione nervosa o da azione analoga all'azione nervosa, così ogni azione nervosa e nervoso-muscolare in tanto può esser dispiegata in quanto c'è il concorso del così detto ricambio materiale (nutrizione).

Si capisce dunque come ciascuna delle due funzioni accennate, la funzione energetica e quella sensitivo-motrice, debba avere i proprii organi che naturalmente differiscono notevolmente tra loro come differiscono le funzioni. Quel che importa aggiungere è che l'attività sensitivo-motrice, essenzialmente *eccitativa* e *regolativa,* non può avere come suo organo che il sistema nervoso, perchè tale organo per la sua costituzione e per le relazioni in cui si trova colle varie parti dell'organismo è essenzialmente mezzo di eccitamento e di regolazione. L'organo nervoso è, potremmo dire, *l'organo della vitalità;* per un verso connettendo tra loro i diversi organi dà l'impulso per il dispiegamento delle loro rispettive funzioni, e per l'altro rende possibile la recezione delle impressioni provenienti dal di fuori e insieme la reazione alle impressioni stesse. L'azione nervosa così è mezzo di coordinazione e insieme mezzo di peculiare comunicazione del centro singolo di vita col mondo esterno. Non si può

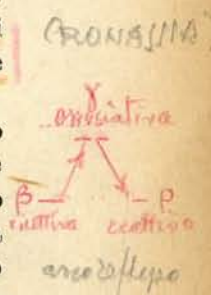
parlare di trasmissione o di trasformazione, mercè l'organo nervoso, dei fatti esterni in fatti interni (all'organismo) e viceversa, e neanche di « riflessione » di un mondo nell'altro (mondo della natura fisica e mondo della vita), ma solo del determinarsi, mediante l'azione dell'organo nervoso, della possibilità che l'essere vivente si adatti alle variazioni esterne, utilizzando le indicazioni provenienti dal di fuori sotto forma di *eccitazioni* (impressioni). L'organismo così, mentre è in grado di rispondere alle esigenze dell'ambiente, dispone dei mezzi per agire sui vari organi e funzioni. La funzione nervosa assume il valore di una delle funzioni principali e fondamentali della vita.

Non già, s'intende, che esista un sistema nervoso in tutti gli organismi. In tutti gli organismi, di qualunque ordine questi siano — vegetali ed animali —, sono compiute azioni analoghe a quelle che in taluni organismi sono compiute dal sistema nervoso, senza che nel fatto in essi esista traccia di sistema nervoso, quale organo specifico e differenziato. Così nei vegetali noi troviamo la connessione e la coordinazione degli elementi componenti l'essere organico, determinata in parte per le vie umorali — prendendo questa parola nel senso più generale —, in parte mercè la cooperazione di particolari tessuti. Nei vegetali stessi, la capacità di esser modificati per l'azione di certi stimoli, e la capacità di reagire a tale azione, si trova diffusa, in misura diversa, nelle varie parti dell'organismo (*piante rampicanti, piante insettivore* ecc.), e non centralizzata, come accade negli animali che hanno un vero e proprio sistema nervoso.

Non si può dire neanche che in *tutte* le specie animali sia possibile constatare l'esistenza di un sistema nervoso. Spesso negli animali si riscontrano azioni analoghe a quelle nervose, solo che tali azioni sono compiute con mezzi differenti (vie umorali, per esempio). Quel che si può dire è che in tutte le forme di organizzazione si osservano manifestazioni del dinamismo, che corrispondono a quelle proprie del sistema nervoso. È noto poi come il sistema nervoso non ci si presenti in una stessa forma e con un'identica architettonica strutturale in tutti gli stipiti animali. Vi sono differenze di complessità, di grado di centralizzazione, di cui dev'esser tenuto conto. Ma ora, senza insistere su questo punto, importa osservare che se il sistema nervoso non è l'unico organo per il compimento di certe funzioni (funzioni impulsive e regolative), esso negli organismi più elevati, compreso l'uomo, assurge ad un significato a cui nessun altro apparecchio organico in realtà assurge. Il

sistema nervoso ci si presenta da un certo punto di vista come il supremo regolatore della vita. La conoscenza della natura dell'attività impulsivo-regolativa nel mondo organico non può essere approfondita che riferendosi all'organo che, mentre ha le più strette attinenze con la vita in generale e con quella psichica in particolare, ha poi raggiunto il maggior grado di svolgimento e di differenziazione.

Il sistema nervoso ci si presenta come un complesso di organi adatti per la recezione degli stimoli, corrispondenti a particolari determinazioni della realtà (alle determinazioni che hanno la maggiore importanza per la vita dell'organismo), e come tale da offrire un numero considerevole di possibilità di agire per la molteplicità delle conduzioni di cui è capace. Il sistema nervoso pertanto ha il valore di apparecchio atto a ricevere, inibire e trasmettere i movimenti, provocati dalle eccitazioni periferiche (eccitazioni sensoriali). Esso, almeno nei vertebrati, è risolubile in elementi detti *neuroni* che presentano due parti, un corpo cellulare contenente il nucleo, e i prolungamenti, che sono poi di due specie, il cosiddetto *cilindrasse* filoforme costituente la fibra nervosa, e il complesso delle ramificazioni dette *dendriti.* I neuroni non sembra che siano sempre in continuità anatomica tra loro (come appunto accade in alcuni invertebrati), ma si trovano articolati mediante superficie di contatto o *sinapsi.* Come precisamente si stabilisca l'unificazione, come avvenga la conduzione di cui sono un mezzo, e soprattutto come avvenga la scelta di una delle vie in rapporto alle circostanze nei casi singoli, è ciò che ignoriamo e probabilmente ignoreremo ancora per un lungo tempo: la propagazione dell'influsso nervoso in genere avviene in maniera non ben definita. In base ad alcune esperienze di data recente, si tenderebbe ad assimilare il processo di propagazione a quello della risonanza; ciascun neurone avrebbe un proprio ritmo di rapidità di eccitazione, e l'eccitazione si propagherebbe tra quegli elementi, che hanno un'uguale velocità (cronaxia).

Comunque, uno dei processi caratteristici del sistema nervoso centralizzato è quello che è detto *arco reflesso*, o risposta motrice ad un'eccitazione periferica di un nervo afferente (sensoriale). L'arco riflesso comprende pertanto una via *recettiva,* una *reattiva* ed una *associativa* intercalata tra le due. L'arco reflesso rappresenta certo la struttura nervosa elementare e il mezzo più semplice d'integrazione. Il riflesso però, considerato come fatto isolato o isolabile, nel

modo che si è descritto, figura come il prodotto dell'astrazione. Il sistema nervoso in concreto funziona sempre come un tutto mediante l'utilizzazione delle relazioni in cui le varie parti si vengono a trovare tra loro. Tra i riflessi esiste un'integrazione costante, determinata tra l'altro dal fatto che una gran parte di essi sboccano in una stessa via terminale. Il numero minore delle vie reattive rispetto a quelle recettive rende possibili risposte simili ad eccitazioni di origine e di ordine diverso: un movimento può non esser solo la risposta alla eccitazione iniziale, ma può implicare fatti di inibizione, di combinazione, di interferenza ecc.

Il fatto della *riflessione* implica un mutamento di direzione della corrente, per cui l'eccitazione, trasmessa per i nervi sensitivi, viene ad esser diretta sui muscoli (per l'esecuzione del movimento). È in base alla sinapsi che è regolata la direzione della conduzione nei singoli casi e quindi si ha la possibilità dell'utilizzazione di una certa via per il conseguimento di un determinato risultato. Nel sistema sinaptico (col potere che lo regola e lo dirige) si trova la ragione del funzionamento del sistema nervoso centralizzato in ciò che esso ha di caratteristico e d'essenziale. Il sistema sinaptico per le estese, e mutevoli connessioni che permette, è lo strumento più efficace dell'azione integrativa che il sistema nervoso può spiegare su tutto l'organismo. È, possiamo dire, uno dei fattori della solidarietà, che si stabilisce fra le varie parti, e dell'unità funzionale, che tanto contribuisce alla trasformazione di un sistema organico in un'individualità vera e propria. La molteplicità, la complessità e la coordinazione crescente delle articolazioni e delle combinazioni non possono non aprire la via poi allo svolgimento progressivo (pressochè indefinita) dell'attività del sistema nervoso centralizzato.

Il sistema nervoso, dati i molteplici collegamenti delle sue parti e gl'influssi reciproci fra le stesse parti, normalmente opera come un tutto. Certo vi è sempre un punto iniziale da cui muove l'eccitazione; e vi è sempre una parte — un centro o un gruppo di centri —, che assume, diciamo così, la direzione e informa tutto il processo, secondo l'interesse del momento, ma la cooperazione, in varia misura secondo i casi, dei diversi centri esiste sempre.

Il sistema nervoso, come si ebbe già a notare, risulta di molteplici centri (di cellule) o gangli connessi tra loro e di fibre che possono avere varia estensione o lunghezza, come possono avere varia termina-

zione (destinazione). Ora gli aggruppamenti delle cellule non costituiscono semplicemente una molteplicità; ma hanno una disposizione gerarchica che poi si complica variamente. Vi sono centri di atti reflessi che esercitano il loro dominio su campi circoscritti, il che poi non toglie che siano subordinati ad altri centri capaci di esercitare il loro influsso su di essi. Nessun centro esercita un dominio assoluto, ma può ricevere l'influsso da altri centri, e specialmente da quelli posti nei piani più elevati. In rapporto alla varia distanza da cui primitivamente parte l'influsso, esso assume un valore diverso (quanto ad estensione e ad ampiezza di riferimento). E a tal proposito è da tener conto dei «recettori a distanza», i quali contribuiscono anch'essi ad estendere la sfera d'azione dei centri nervosi. Il cervello può esser definito appunto per tale rispetto *il ganglio dei recettori a distanza,* vale a dire dei recettori che, per mezzo degli organi sensoriali, ricevono le eccitazioni provenienti dall'esterno a varia distanza (eccitazioni visive, uditive, olfattive) e che reagiscono in modo appropriato, servendosi dei nervi motori con cui sono connessi.

Sappiamo che attraverso la rete di fibre nervose che collegano fra loro i centri e che si terminano sempre negli organi periferici (rispettivamente di senso e di moto), si stabiliscono le vie di trasmissione dell'influsso nervoso. Queste vie non si trovano sempre tracciate, e quasi diremmo fissate, una volta per sempre, ma possono variare, secondo le circostanze, specialmente per nuovi influssi che le fibre (e i rispettivi centri) subiscono, influssi che sono utilizzati per il conseguimento di determinati risultati. Il sistema sinaptico appunto agevola il processo a cui s'accenna, perchè per esso è possibile stabilire comunicazioni sempre nuove, quando le nuove vie presentino caratteri di preferibilità. La struttura del sistema nervoso così non solo va assumendo un grado di notevole complicazione, ma può presentare un grado di variabilità nel funzionamento che non può non agevolare il processo d'adattamento. Quel che importa notare è che ciascun corpo cellulare, ciascun neurone non si trova solo sopra un'unica via, ma può essere situato ai nodi d'incrocio di vie molteplici. L'andamento delle vie nervose per tale rispetto richiama alla mente quello delle vie ferrate, elettriche ecc., con le stazioni principali e secondarie, con le stazioni da cui si diramano diverse vie, fino a raggiungere i punti terminali. Le cellule nervose, lungi dal presentarsi come anelli nettamente separati di una catena, finiscono per essere in un certo senso accavallate le une sulle altre per mezzo dei loro prolun-

gamenti: esse assumono, come si diceva, il valore di punti nodali o d'incrocio di numerose vie; ciascun neurone può servire a conduzioni molteplici.

Da un certo punto di vista si può dire che al semplice esame della struttura si rivela chiaro l'ufficio dell'organo nervoso, se anche le modalità del funzionamento rimangono sempre avvolte nelle tenebre. Questo in ogni modo si può asseverare con sicurezza, che le cellule nervose, se per un rispetto compiono l'ufficio di tracciare le vie di percorso dell'influsso nervoso (mediante i dendriti e il cilindrasse), per un altro rispetto hanno l'ufficio di determinare o originare tale influsso, propagantesi appunto per le vie indicate. Nel duplice ufficio tutte le cellule nervose si equivalgono, dipendendo le diverse funzioni soprattutto dalla loro situazione, e non già da proprietà rivelantisi nella struttura o anche nel chimismo. La cosiddetta cellula sensibile del ganglio spinale è tale perchè è la prima delle vie afferenti, e permette di avvertire ciò che accade alla periferia. La cellula motrice, invece, è tale, perchè per l'influsso che parte da essa, trasmesso ad un muscolo si determina l'azione corrispondente. Le innumerevoli cellule associative interposte tra le cellule sensoriali e quelle motrici non sono che *cellule di trasmissione*; le cellule corticali per il posto che occupano figurano come regolative supreme dell'azione nervosa.[1] Si può dire dunque che il sistema nervoso figura principalmente come un sistema di conduzione eccito-motrice. Esso può cooperare allo svolgimento di una forma di psichismo superiore nella misura in cui tale psichismo si trova collegato con fatti della sensibilità e dell'attività motrice (come accade nella lingua e nelle diverse forme di attività espressiva).

Il sistema nervoso negli animali più elevati sembra che compia l'ufficio regolativo in due direzioni, rispetto agli organi ed apparecchi

[1] A misura che si procede nell'osservazione della scala animale, vien fatto di notare che sugli organi sensoriali (ricettori a distanza) si viene elevando una soprastruttura più o meno complessa per la molteplicità delle sue connessioni. Possiamo aggiungere che i riflessi condizionati, per usare il linguaggio di Pawlow, hanno per loro organo la corteccia appunto, perchè questa offre il modo di stabilire particolari associazioni. In opposizione al meccanismo dei riflessi ordinarii, per cui il nesso tra eccitazione e reazione è relativamente costante ed uniforme, i riflessi condizionati, che possono determinarsi durante la vita individuale, implicano un meccanismo molto più fine, delicato e variabile che può avere il suo fondamento nella struttura propria della corteccia cerebrale.

di cui l'organismo risulta costituito e rispetto al rapporto in cui l'organismo si trova col mondo esterno. Tale duplice riferimento del sistema nervoso giustificherebbe in certo modo l'*antica*, la *veneranda* distinzione tra vita vegetativa e vita animale o vita sensorio-motrice dell'essere vivente. La distinzione poi trova in certo modo la sua espressione nelle due parti del sistema nervoso degli organismi superiori, la parte *cerebro-spinale* e il *gran simpatico*. Sarebbe errore però pensare che tali parti siano veramente separate tra loro: esse si trovano per varii rispetti connesse in modo da costituire quasi diremmo un organo solo, per le loro comunicazioni reciproche, e per l'azione che il funzionamento dell'una esercita sul funzionamento dell'altra. La duplice catena gangliare del gran simpatico non si presenta affatto come un organo centrale indipendente, ma si trova articolata col sistema cerebro-spinale. I centri di quest'ultimo sistema regolano per molti rispetti le funzioni della cosiddetta vita vegetativa. Nel midollo spinale e in quello allungato, si trovano centri che regolano determinate funzioni dell'organismo. I centri del midollo spinale, lungi dall'essere puramente organi di trasmissione o centri di riflessi semplici, sono centri di azioni complicate (movimenti automatici) che implicano una determinata coordinazione.

Ciascuno dei due sistemi — sistema cerebro-spinale e sistema gangliare del gran simpatico — ha in ogni modo proprii compiti funzionali, riferendosi in ultimo ad aspetti particolari dell'attività vitale. Nei centri cerebro-spinali — questo dev'esser specialmente notato — si distinguono le due correnti (d'influsso nervoso) e i due ordini di fibre corrispondenti (afferenti ed efferenti), secondo la direzione dell'influsso dalla periferia al centro o dal centro alla periferia. La corrente afferente è essenzialmente recettiva, mentre quella efferente è reattiva. Nell'un caso i centri nervosi accolgono le eccitazioni provenienti dalla periferia, nell'altro reagiscono variamente, potendo provocare cangiamenti (movimenti, secrezioni glandolari) nei varii organi del corpo. Volendo essere più precisi diremo che i nervi afferenti ricevono e poi trasmettono le stimolazioni provenienti dai varii organi, e servono, per così dire, a dar notizia dello «stato» in cui si trovano le parti dell'organismo, i nervi efferenti originantisi dai centri rispondono, provocando reazioni più o meno estese in tutto l'organismo. Naturalmente come le eccitazioni possono essere di qualità e di valore diverso, così le reazioni possono essere di varia estensione ed ampiezza con ripercussione su altri

organi. I nervi afferenti del sistema cerebro-spinale accolgono poi le stimolazioni provenienti dagli organi sensoriali — che sono in rapporto più o meno diretto col mondo esterno —, e agendo sui centri, provocano risposte con movimenti e mutamenti che hanno per risultato di modificare l'atteggiamento e quindi l'orientamento dell'essere vivente nel mondo esterno.

Dopo quello che si è detto, è da escludere che supremo regolatore della vita dell'organismo (vita vegetativa) possa esser considerato il sistema nervoso nella parte indicata col nome di gran simpatico, prima perchè sembra che esso contenga soltanto fibre efferenti, poi perchè la funzione del gran simpatico si trova, come si è veduto, connessa con quella del sistema cerebro-spinale, da costituire quasi una sola funzione; infine perchè la regolazione nervosa non è esclusiva. L'azione del sistema nervoso — del gran simpatico e del sistema cerebro-spinale — si estende bensì su tutti gli organi ed apparecchi, ed ha riferimento alle varie condizioni in cui gli organi e gli apparecchi possono venirsi a trovare,[1] ma può avere la collaborazione di un altro sistema organico, del *sistema umorale*, su cui per l'innanzi non era stata sufficientemente richiamata l'attenzione.

Il sistema nervoso e quello umorale si trovano spesso connessi nel loro funzionamento di guisa che non è possibile attribuire a nessuno dei due il valore di regolatore supremo ed esclusivo. La fisiologia contemporanea ha messo bene in luce l'importanza delle secrezioni interne per la conservazione dell'equilibrio umorale necessario all'organismo in genere (contribuisce a determinare il mezzo interno), e insieme per il normale funzionamento dei vari apparecchi. Ed a tal proposito dev'esser tenuto presente come tra equilibrio umorale e funzionamento nervoso si constata spesso un'azione reciproca in quanto il funzionamento normale del sistema nervoso implica un certo equilibrio umorale e il mantenimento di esso non può sfuggire del tutto all'azione nervosa. La funzione glicogenica del fegato, per esempio, è compiuta sotto l'influsso del gran simpatico, sollecitato

[1] Si può parlare anche in certe circostanze di una sensibilità «epatica», di una sensibilità «cardiaca» e così via per indicare che i dominii o zone di particolari organi si trovano regolati da centri entro certi limiti e per alcuni rispetti autonomi. Una conferma si avrebbe nel fatto che gli anestetici in alcuni casi possono bensì agire sul cervello (determinando anestesia), ma non sulla eccitazione di particolari organi o zone. A tale concetto dell'esistenza di zone autonome non può esser attribuito però un valore assoluto.

esso stesso dal tenore umorale del sangue in *insulina* (ormone del pancreas), ma tale processo può essere alla sua volta regolato più o meno direttamente. Tutti i disturbi secretori del sistema nervoso, vogliamo dire delle glandole cerebrali, possono aver una ripercussione nelle varie sfere del funzionamento nervoso (sfera della nutrizione, sfera degl'istinti e finanche sfera propriamente psichica). Il sistema nervoso in tanto può funzionare normalmente in quanto è, diciamo così, sotto il controllo di particolari secrezioni interne, subendo la stimolazione di speciali ormoni. Sappiamo d'altra parte che finanche talune secrezioni esterne (secrezione della saliva, del succo gastrico ecc.) possono subire gli effetti dell'influsso nervoso per vie più o meno dirette.

Senza scendere in ulteriori particolari, questo possiamo concludere, che il sistema nervoso nel suo funzionamento non rivela mai una spontaneità vera e propria, o vera autonomia, avendo sempre bisogno di essere *sollecitato* da una stimolazione estrinseca: esso non ha la sua ragione in sè stesso e non può esser considerato principio delle differenti manifestazioni vitali. È in fondo meccanismo che suppone una determinata struttura, la quale non è un *prius*, ma è condizionata anch'essa dalle relazioni in cui si trova colle varie capacità di cui l'organismo vivente è fornito. Noi non potevamo avere altro intento che quello di porre in luce l'ufficio che esso compie nell'economia generale dell'organismo. Il sistema nervoso si presenta bensì come il regolatore delle varie funzioni organiche, ma in quanto regolatore è una manifestazione della vita, e come tutte le altre manifestazioni vitali, è dipendente da certe condizioni, dalle condizioni essenziali e costitutive della vita. È sistema organico come gli altri e non gode di alcun privilegio. Nel funzionamento del sistema e nelle proprietà caratteristiche della sua costituzione (centro di recezione degli stimoli e di reazione ad essi, sintesi delle varie forme di attività impulsiva e regolativa) non può esser riposto senz'altro il fondamento dell'organizzazione vitale. La struttura e il funzionamento del sistema nervoso, lungi dal poter gettar luce sui fatti caratteristici della vita, hanno bisogno alla lor volta di spiegazione: lungi dal rappresentare una soluzione del problema, fanno sorgere nuovi problemi.

S'impone ora la necessità di considerare in modo particolare il sistema cerebro-spinale, in quanto ha riferimento al rapporto in cui l'organismo (e la psiche) si trova col mondo esterno.

XII.

I CENTRI CEREBRO-SPINALI.

Il sistema celebro-spinale vuol esser considerato da tre punti di vista: 1) come implicante il rapporto in cui l'organismo si trova col mondo esterno, 2) come il regolatore supremo dei processi vitali e 3) come connesso — in modo speciale — con l'attività propriamente psichica.

1) Ogni organismo esiste, si muove ed opera nel mondo in cui si trova: l'organismo isolato per sè preso è il prodotto di una astrazione. Le relazioni sensitivo-motrici o eccito-motrici si stabiliscono soprattutto mercè il sistema cerebro-spinale; la notizia che noi abbiamo e possiamo avere delle varie determinazioni della realtà esterna o fisica — luce, calore, suono, contatto, resistenza, pressione ecc. — è ottenuta per mezzo dei sensi (*canali sensoriali*); e gli organi sensoriali hanno un necessario riferimento a determinate zone della corteccia cerebrale. Si può dire che in un certo senso per mezzo degli organi sensoriali (e rispettive funzioni) si stabilisce il contatto o la comunicazione della realtà esterna o fisica coll'organismo individuale, contatto o comunicazione che validamente contribuisce alla conservazione ed allo svolgimento della vita. Le eccitazioni provenienti dall'esterno accolte nei rispettivi organi sensoriali e poi trasmesse per mezzo dei nervi ai centri corticali non rispecchiano senz'altro la realtà fisica nella sua intima costituzione, ma, o forniscono all'intelligenza gli elementi (i dati) per la rappresentazione degli « oggetti » (e per le successive loro spiegazioni ipotetiche), ovvero danno semplicemente indicazioni per una reazione più o meno adeguata, onde valgono a determinare il comportamento dell'organismo in un certo ambiente.

E il cervello, considerato nella sua integrità, non contiene solo i centri (*centri subcorticali*) per la reazione agli stimoli nella forma che potremmo dire « *bruta* » (movimenti riflessi in seguito alle im-

pressioni luminose, sonore, tattili ecc., quali sono primitivamente ricevute dagli organi sensoriali), ma i centri (*centri corticali*) per la successiva elaborazione delle impressioni, mercè l'integrazione dei ricordi, mercè la connessione e la sintesi dei dati molteplici e mercè la discriminazione sempre più completa degli elementi (processo di differenziazione e quindi di analisi). I centri corticali da tal punto di vista possono esser detti anche, se si vuole, « centri intellettivi », in quanto, non solo al pari degli altri centri nervosi, servono a determinare e ad indirizzare per vie particolari *l'influsso nervoso*, ma contribuiscono a preparare *la materia* per il compimento dei veri e propri atti intellettivi. In ogni modo è certo che mediante l'azione dei centri corticali si vengono a stabilire gli aggruppamenti, le forme di coordinazione, le *fusioni* (e le *esclusioni*), onde poi scaturisce la percezione degli oggetti e il loro ordinamento. La corteccia cerebrale (o una parte di essa) finisce per acquistare il significato di organo di valorizzazione delle impressioni primitivamente ricevute nei centri sub-corticali.

Abbiamo detto che le impressioni provenienti dal mondo esterno contribuiscono a determinare il comportamento dell'essere vivente nel mondo circostante: ora tale azione può riuscire tanto più efficace quanto più le stimolazioni, connettendosi fra loro, vengono ad acquistare una forma di stabilità e di permanenza. Lungi dal presentarsi come fatti transitori, fuggevoli, mutevoli di volta in volta, divengono materia di aspettazione e di ricordo e per ciò stesso vengono ad assumere il significato di « oggetti », onde poi risulta il mondo dell'esperienza per l'individuo, che a tale mondo si trova contrapposto. La realtà per ciascun centro di vita si risolve nel binomio: centro singolo di riferimento — mutevole da caso a caso — e il rimanente che è il campo percettibile.

2) Il sistema cerebro-spinale, dicemmo sopra, ha il valore di supremo regolatore dei processi in cui si dispiega la vita; ed ha tal valore per la sua funzione di mezzo di unificazione e di centralizzazione. Posto alla sommità di tutta la soprastruttura nervosa, mentre è in grado di ricevere le stimolazioni provenienti dai territori periferici più lontani (sempre attraverso l'azione dei centri subordinati), può agire su di essi, dirigendo e regolando i rispettivi impulsi, secondo le esigenze e gl'interessi che a volta a volta possono prevalere. Il cervello, in generale, (specialmente il cervello *anteriore*) figura come organo di integrazione, e di distribuzione dell'influsso, mediante i due modi di funzionamento, *l'eccitamento* e *l'inibizione*. La

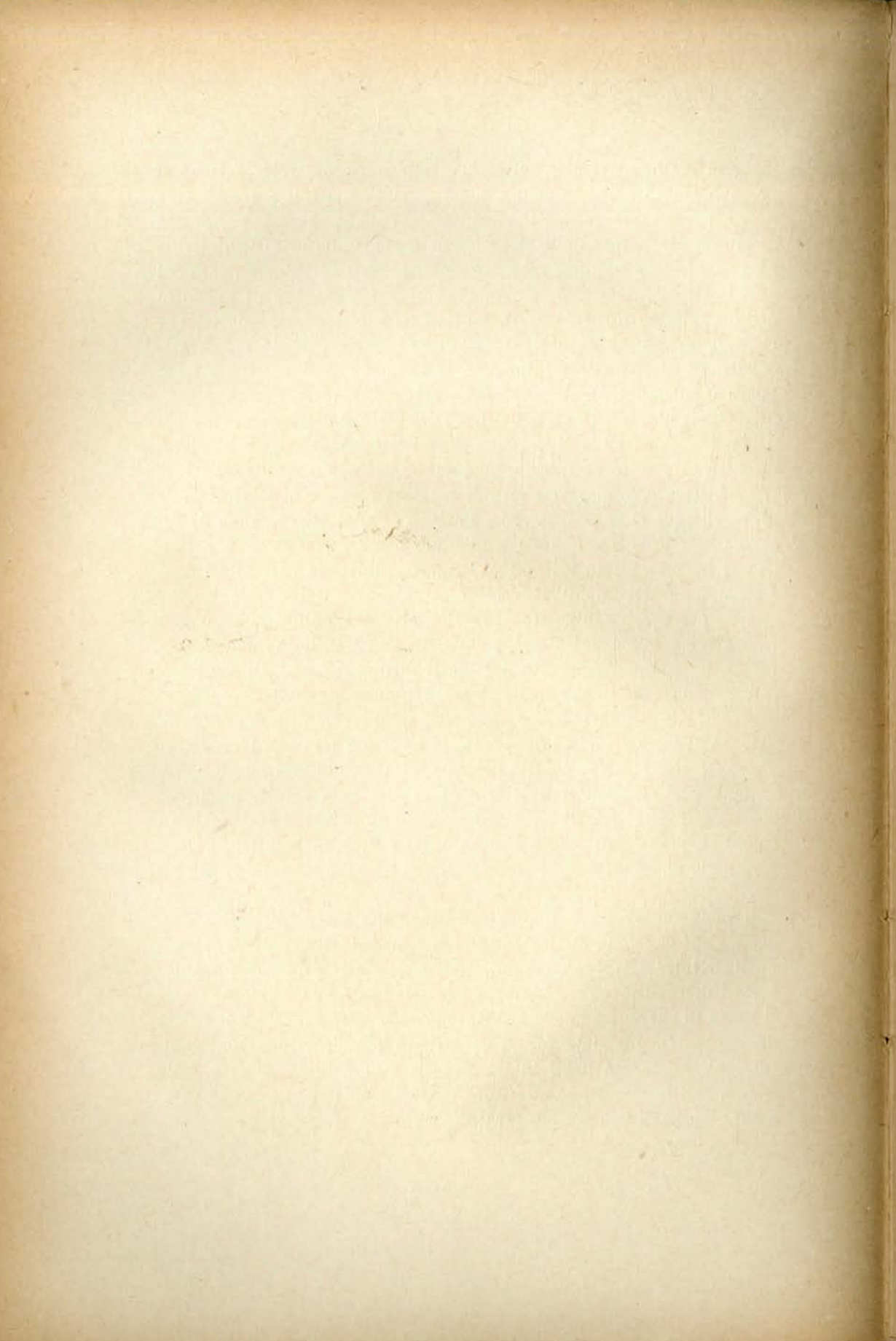
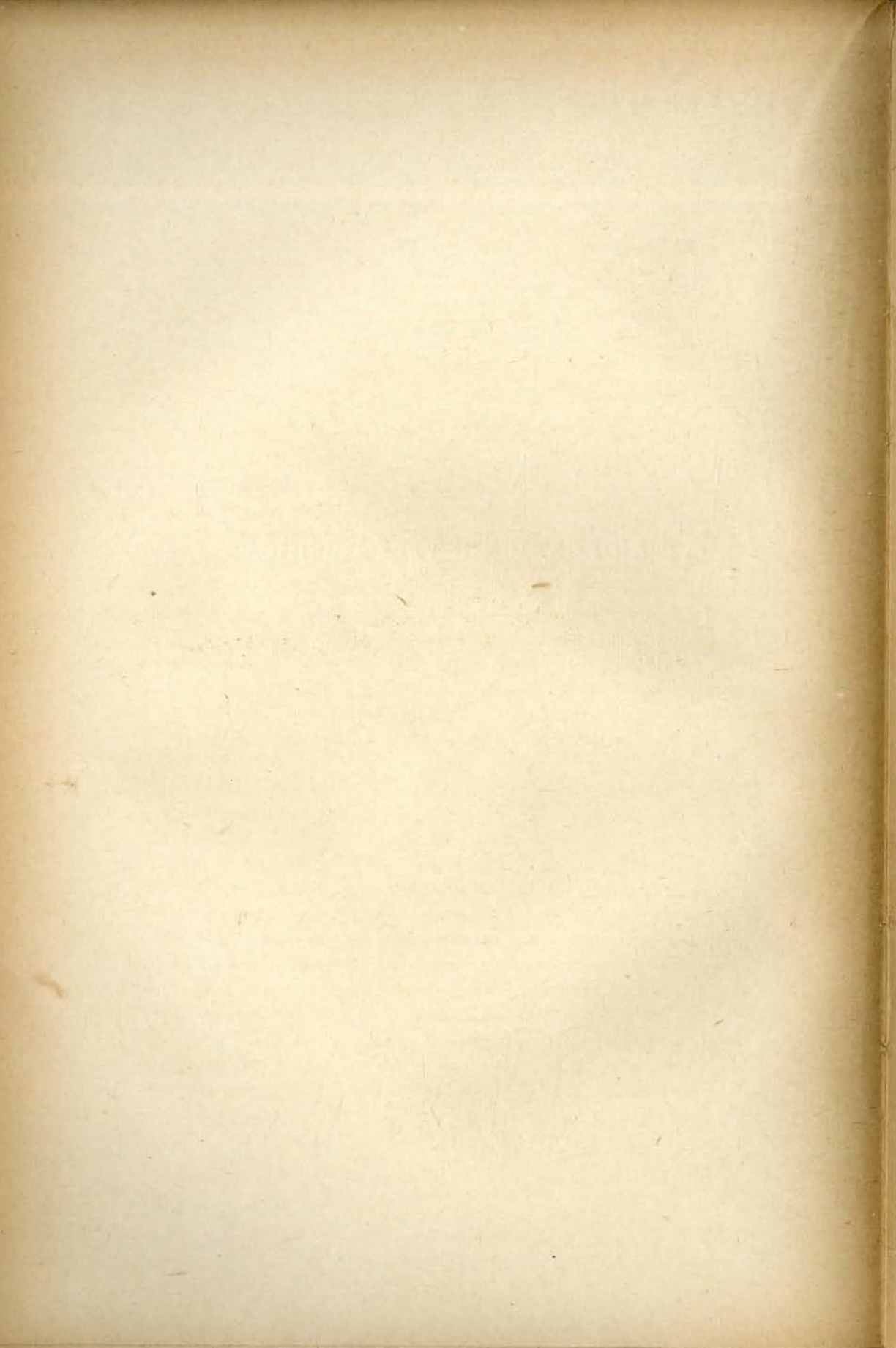
funzione regolativa è agevolata poi dalla complicazione che il sistema nervoso è venuto assumendo, in tutto il mondo animale, dalla crescente possibilità di scelta che si vien determinando per le molteplici relazioni in cui i centri e le fibre si possono trovare e per la sproporzione esistente tra il numero dei mezzi di eccitazione e quello delle reazioni (vedi *sopra*).

3) Prendendo ora a considerare il rapporto in cui l'attività nervosa si trova con l'attività psichica, è da osservare anzitutto che tale questione vuol esser nettamente distinta dall'altra circa le attinenze esistenti tra la vita organica in generale e la vita psichica. Da quest'ultimo punto di vista s'intende, come vedremo, stabilire un parallelo tra l'una e l'altra vita affine di cogliere le affinità, le corrispondenze (e le differenze) più significative. Si tratta di assodare in sostanza se una delle due forme di vita — vita organica e vita psichica — sia riducibile all'altra, ovvero se entrambe abbiano un'origine fondamentalmente unica. La nostra discussione presente invece volge intorno all'azione che una certa determinazione del sistema nervoso può esercitare sopra una determinata forma di vita psichica e questa su quella. Che tra le due forme di vita esista una particolare connessione, non può esser messo in dubbio da nessuno, perchè è fatto constatabile con la comune osservazione e per di più ha l'appoggio di molteplici considerazioni e induzioni — induzioni di ordine fisiologico, patologico e sperimentale —, ma si tratta di determinare con sufficiente precisione la natura e il fondamento della connessione.

Sappiamo — questo risulta dallo studio che abbiamo fatto dell'attività impulsiva e regolativa nel mondo organico da un canto e da quello circa il sistema nervoso dall'altro — sappiamo, dico, che la funzione regolativa è compiuta sostanzialmente dal sistema nervoso negli organismi che di tale sistema sono forniti, e sappiamo inoltre che tale funzione del sistema nervoso è compiuta sempre con un meccanismo fondamentalmente identico, vale a dire coll'*atto riflesso*. Tutto il processo in fondo è da concepire come una corrente d'influsso (*influsso nervoso*), che, sorto inizialmente in un sito della periferia (punto d'eccitamento), giunge ai centri da cui poi, mutando direzione, perviene al termine, producendo particolari effetti (movimenti, secrezioni glandolari ecc.), a cui non può non essere attribuito specialmente valore per il vantaggio che recano all'organismo. L'atto riflesso, quale noi l'abbiamo rappresentato schematicamente, si com-

plica in realtà in varii modi mediante le numerose relazioni che si possono stabilire tra le cellule delle stazioni centrali e tra le fibre lungo il loro percorso, ma la complicazione non può avere per effetto di alterare la natura dell'azione nervosa, riducibile in ultima analisi ad una corrente d'influsso, che si manifesta nel maggior numero dei casi negli atteggiamenti, nei movimenti e nelle forme di condotta dell'organismo: atteggiamenti, movimenti e forme di condotta, che rispondono sempre ai bisogni dell'organismo, e per ciò stesso alle condizioni di sua vita. Naturalmente la funzione impulsiva e regolativa è compiuta bensì dal sistema nervoso, ma questo agisce sempre, possiamo dire, in vista del bene del tutto o dell'unità organica.

La questione circa la relazione tra l'attività nervosa e l'attività psichica si risolve così, riducendo tale relazione a quella esistente tra *istrumento* (o *mezzo*) e atto di foggiare o anche di adottare tale mezzo: le due cose — il mezzo e l'azione di adottarlo — sono da distinguere tra loro quantunque possano esser fatte l'una per l'altra. Il funzionamento nervoso può rappresentare, in particolari condizioni, uno dei modi di estrinsecarsi dell' attività psichica — sempre per il conseguimento di certi effetti — e quindi può avere il valore di mezzo o di fattore concomitante, non mai, data la sua struttura e il suo funzionamento, quello di fattore determinante o generatore della vita psichica. Possiamo aggiungere che il meccanismo nervoso nelle sue varie forme e nei suoi varii momenti può aver l'apparenza di esser *principio* di attività in quanto è atto a *produrre cangiamenti* che risultano poi utili alla vita dell'organismo (conservazione della vita dell' individuo e di quella della specie, azioni di difesa, di protezione, di resistenza ecc.), ma non cessa per questo di compiere l'ufficio di mezzo che ha la sua ragione in altro, vale a dire nella sua vera causa.

Comunque, vi è una distinzione infine che è necessario non perder mai di vista: la distinzione fra due forme dell'attività psichica, quella rivolta principalmente alla custodia e alla protezione degl'interessi dell'individuo e della specie (attribuendo al termine interesse il senso più largo) e quella tendente ad adeguare l'*essere* e il *valore* degli oggetti. L'ultima forma di attività psichica, lungi dal limitarsi alla garanzia degli interessi della vita dell'individuo e della specie, tali interessi può oltrepassare. Ma su questo argomento avremo occasione di tornare più tardi.

VITA ORGANICA E VITA PSICHICA

XIII.

OSSERVAZIONI GENERALI.

Non intendiamo muovere dalla considerazione dell'anima e del corpo come di due entità, per così dire, belle e costituite (*res completae*), o per sè stanti, ma intendiamo ricercare se e fino a che punto la natura propria del corpo e quella della psiche siano concepibili come del tutto estranee l'una all'altra, ovvero abbiano punti di contatto ed affinità da dover esser prese in considerazione. Per il nostro compito, intendiamo dire, non vogliamo muovere da alcun assunto o presupposto, ma dobbiamo riferirci ai fatti come possono essere più o meno direttamente constatati. Dalla considerazione e dall'approfondimento dei dati dell'esperienza, si può giungere poi all'enunciazione di principii che alla lor volta possono giustificare credenze che non devono essere accettate semplicemente quali furono trasmesse dalla tradizione o quali si possono trovare operative nella coscienza volgare.

La distinzione tra vita organica e vita psichica vuol esser fatta, riferendosi anzitutto al differente comportamento degli esseri organici in opposizione agli obbietti e corpi inorganici e poi distinguendo gli esseri riconosciuti semplicemente come viventi da quelli che presentano in grado maggiore o minore somiglianze con la nostra esperienza personale. Per quest'ultimo rispetto vi sono esseri, che, mentre soggiacciono a continue variazioni in rapporto alle condizioni esterne in cui si possono trovare, descrivono determinati cicli di vita — nascono, crescono e poi declinano e muoiono — compiendo particolari funzioni — funzioni vitali —, e vi sono esseri che per di più agiscono e si comportano, come agisce e si comporta ciascuno di noi in certe circostanze: mostrano di percepire certi oggetti a cui possono avvicinarsi, o da cui possono allontanarsi, riescono ad evitare, supponiamo, certi ostacoli, deviano di fronte a certe resistenze

e così via. Le due forme di vita non si constatano sempre in categorie differenti di oggetti e di esseri, ma spesso si trovano per così dire sovrapposte, onde non possono non presentare particolarità nella loro condotta. Notevole a tal proposito è il fatto che se vi possono essere forme di vita organica, che sembra non offrano traccia di vita psichica (per esempio la più parte dei vegetali), non vi è vita psichica che non implichi una forma qualsiasi di vita organica, e che non sembri emergere da essa.

Da un certo punto di vista ed entro certi limiti, lo svolgimento della vita organica sembra che abbia il valore di mezzo o di condizione per la realizzazione della vita psichica, mentre per altri rispetti si può constatare che la vita psichica compie l'ufficio di sussidio per un più rigoglioso svolgimento della vita organica. S'intende in ogni modo che si può parlare propriamente di attinenze della vita organica con quella psichica solo in quei casi in cui in realtà sono constatabili manifestazioni di vita psichica effettiva; il che accade negli animali, dove le due forme di vita — vita organica e vita psichica — si presentano in certo modo differenziate. Gli animali da una parte dispiegano le forme di attività caratteristiche degli esseri viventi in generale, e dall'altra dispiegano forme di attività, che in base a considerazioni analogiche sono ritenute connesse con la coscienza; forme di attività, che si elevano al di sopra di quelle puramente organiche.

Noi, nelle nostre considerazioni sui fatti fondamentali della vita, facemmo l'enumerazione delle attività organiche, assumendo come criterio il concorso di ciascuna alla conservazione ed allo svolgimento della vita dell'individuo e della specie. Così vi sono le attività che mirano specialmente alla costituzione dell'essere vivente: tali l'attività costruttiva della macchina organica e l'attività morfogenetica (crescenza e sviluppo ontogenetico); vi sono le attività che rendono possibile la conservazione dell'equilibrio vitale mediante il processo del ricambio materiale (che implica la sostituzione di nuove sostanze a quelle consumate, ai *detriti* eliminati), e vi sono infine le attività che mirano alla permanenza e alla moltiplicazione delle forme organiche, mediante le varie specie di riproduzione. La riproduzione in certo modo fa da contrappeso alla limitazione della durata della vita di ciascun individuo. Poichè la vita si trova realizzata negli individui e d'altro canto essa ha andamento ciclico, presentando le fasi della nascita, dell'accrescimento, della maturità, dell'involuzione e infine della morte, si capisce come essa possa persistere solo

alla condizione che sia continuamente rinnovata (mediante la formazione di nuovi centri di vita), alla condizione, potremmo dire, che esista una funzione avente il compito di custodire e di mantenere viva la fiaccola della vita. Vi è poi un'attività organica su cui fu richiamata in ultimo l'attenzione, *l'attività impulsiva o regolativa,* la quale, mentre è in grado di esercitare un influsso su tutte le altre, tale influsso esercita *per il maggior bene dell'essere vivente.* Nessuna delle attività organiche mette in luce meglio di essa l'indole, la natura del comportamento dell'essere vivente.

Come si vede, tutte le attività organiche rappresentano i mezzi per il conseguimento di un risultato a cui non può non essere attribuito il massimo valore; custodire, proteggere la vita ed assicurarne lo svolgimento progressivo e indefinito. Ora tale comportamento, che non è riconducibile a cause agenti per una necessità meccanica, per una necessità in cui si prescinde dalla considerazione dell'interesse del centro di vita in cui i fatti e i processi si svolgono, viene a coincidere col comportamento degli esseri forniti di vita psichica. Ogni soggetto psichico ci si presenta, infatti, inizialmente e fondamentalmente come un complesso di tendenze che vogliono essere dispiegate, come un complesso di disposizioni che esprimono appunto la natura del soggetto. Nella vita psichica le tendenze assumono il significato di bisogni o di esigenze, per il cui appagamento sono cercati e sono scelti i mezzi più adatti e meglio rispondenti allo scopo. In entrambi i casi adunque le tendenze e le disposizioni non sono che un'altra parola per indicare i mezzi messi in opera dall'individuo — per il fatto di essere centro di vita e di coscienza —, affine di assicurare le condizioni di una *vita migliore* dal punto di vista organico e psichico (migliore dal punto di vista della durata e della qualità).

Pertanto qui si ha uno dei punti più importanti di coincidenza dell'andamento della vita organica con quello della vita psichica; è necessario approfondirne il significato. Gli esseri viventi, al pari dei centri di coscienza, costituiscono delle unità che hanno la potenza di affermarsi, di conservarsi e di espandersi, presentando gli aspetti caratteristici della spontaneità, dell'individualità e dell'organizzazione. Gli esseri viventi, come le unità psichiche, costituiscono veri e propri sistemi, in rapporto a cui sono dispiegate le molteplici attività di cui essi sono capaci. Il loro bene in un certo senso è esclusivo di quello degli altri, donde la lotta tra gli esseri singoli

per l'estensione del loro dominio, lotta che nei casi ordinari è tanto più aspra quanto più si trovano vicini per i loro caratteri e per i loro bisogni. Ciascuna pianta, come oppone resistenza nei limiti del possibile ai danni che possono minacciarla, cerca di estendere il più che è possibile il proprio dominio e la propria diffusione e ciascun animale compie i maggiori sforzi per evitare i pericoli che lo minacciano e per superare gli altri animali che possono fargli concorrenza. Del resto, solo tenendo presente la legge biologica a cui accenniamo, si riesce a dar ragione dei peculiari rapporti in cui gli esseri organici ordinariamente si trovano fra loro, rapporti di dominio e di soggezione, o anche di associazione sempre in vista di una vittoria da conseguire per l'appagamento delle esigenze più profonde della propria natura, o per la costituzione di individualità di ordine superiore.

Gli organismi e le psichi presentano poi una struttura uguale in quanto dispiegano, come già abbiamo avuto occasione di accennare, un complesso di potenze e di tendenze che sono rivolte al raggiungimento di determinati scopi. Tali potenze hanno bensì una radice comune nell'unità fondamentale dell'essere vivente e psichico — ma poi presentano una ricca varietà di determinazioni e di manifestazioni di cui dev'esser tenuto conto. Già la potenza (o la tendenza) si esplica sempre per un processo che si compie nel tempo e che ha quindi un inizio e un termine in un certo momento. In un certo senso il termine (a cui è rivolta la potenza) è immanente nel suo principio; è la forza propulsiva di tutta la serie dei fenomeni: ma poi le potenze differiscono tra loro pei caratteri del *valore* e dell'*originarietà,* su cui vuole esser richiamata l'attenzione. Il valore si riferisce alla varia efficacia che possono esercitare nello svolgimento della vita — sia fisiologica che psichica — e l'originarietà si riferisce al loro determinarsi *primariamente.* Le tendenze o le potenze originarie figurano come i costitutivi essenziali dell'individualità, e si trovano sempre in determinate relazioni tra loro, se anche tali relazioni sono di ordine gerarchico, qualunque sia il momento in cui divengono attuali. Le potenze derivate figurano spesso determinazioni secondarie di quelle originarie, e hanno in queste il loro principale fondamento.

Di contro poi alle tendenze propriamente originarie (primarie e secondarie) sono da porre le acquisite, le quali risultano dall'azione individuale (spesso sono effetti dell'abitudine), e contribuiscono va-

lidamente al progresso ed allo svolgimento della vita nelle sue varie manifestazioni. Anche per la struttura adunque gli esseri organici e quelli psichici coincidono.

Le note comuni alla vita organica e a quella psichica, a cui abbiamo accennato, si riferiscono principalmente al loro aspetto formale; ma ora importa richiamare l'attenzione sul contenuto proprio delle tendenze o potenze. E per aprirci la via ad una tale indagine ci fermeremo a considerare brevemente anzitutto alcune peculiari connessioni dei fatti organici con quelli psichici.

XIV.

ALCUNE CONNESSIONI DEI FATTI ORGANICI CON QUELLI PSICHICI.

Un primo fatto da osservare circa la connessione dei fenomeni della vita organica con quelli della vita psichica è la *complementarità* di talune determinazioni della vita organica con quelle della vita psichica. Le funzioni fisiologiche, quali la nutrizione, la respirazione, la riproduzione ecc., se anche in taluni aspetti e momenti possono essere spiegate riferendosi a leggi fisico-chimiche, non sono risolubili senz'altro in fenomeni fisico-chimici, perchè implicano il concorso di fattori regolativi concepibili soltanto di natura psichica. In ciascuna delle funzioni organiche i fenomeni fisico-chimici sono connessi, ordinati, distribuiti in guisa da realizzare le condizioni necessarie alla vita. Lasciamo di considerare che la ricerca dell'alimento, per esempio, è fatta per lo più con una specie di *discernimento,* vale a dire prendendo certe sostanze e respingendone altre, è da notare che la scelta è come determinata da un particolare impulso, che a sua volta può essere accompagnato da uno sforzo maggiore o minore, nel caso che sia necessario superare ostacoli, vincere resistenze ecc., e poi da un senso di benessere. La lampada che si consuma non va essa stessa a cercare l'olio che deve alimentarla e la locomotiva non reclama il carbone e l'acqua tutte le volte che la sua caldaia è vuota e il suo fuoco è spento. Nell'essere vivente la lotta suppone sempre un bisogno, e poi la sensazione di tale bisogno, vale a dire il desiderio, e infine la possibilità di soddisfarlo (la volontà e la potenza). Solamente a tali condizioni è possibile spiegare l'incessante scambio che ha luogo tra l'organismo e l'ambiente e la trasformazione di ciò che non è vivo in ciò che è vivo.

Accanto ai fenomenti puramente fisico-chimici vi sono dunque i fenomeni psichici che non devono essere trascurati. La scelta, a cui si allude, non è determinata inizialmente da alcuna esperienza antecedente, ma è suggerita dalla natura, o come si dice ordinariamente,

dall'istinto, che in fondo è un'altra parola per indicare l'originarietà del fatto. Se la preferenza di certe sostanze in confronto di altre può essere suggerita in certe circostanze dal ricordo di esperienze antecedenti, e quindi dal riconoscimento di certi attributi delle sostanze, in altre condizioni è assolutamente primitiva, e quel che è più notevole è che l'introduzione e la successiva elaborazione delle stesse sostanze nella cavità interna rispondono tanto meglio allo scopo che è quello dell'assimilazione, quanto più vi è il concorso delle risorse dell'organismo nella sua totalità. La cosa riesce più chiara nei casi in cui vi è la cooperazione dell'organo nervoso, il quale ha appunto tra i suoi compiti quello di regolare le funzioni organiche, e tale compito può eseguire perchè in fondo esso è tramite o veicolo di un'azione che trascende i fenomeni puramente fisico-chimici.

Comunque, è innegabile che a misura che ci eleviamo nel piano dell'organizzazione apparisce sempre più evidente l'efficacia della cooperazione del fattore psichico mediante il concorso di molteplici sensazioni (sensazioni visive, olfattive ecc.), di immagini, di ricordi e così via, e mediante l'assunzione di determinati atteggiamenti o l'esecuzione di movimenti atti ad agevolare il conseguimento dello scopo finale. Tale concorso, come è facile capire, deve presentare notevoli differenze in rapporto alle necessità a cui può rispondere nei singoli casi. Si sa che la secrezione dei vari succhi glandolari subisce variazioni in corrispondenza dello stato generale dell'organismo e soprattutto in corrispondenza dello stato psichico. Gli oggetti che figurano come i correlati delle varie funzioni organiche, specialmente di quella nutritiva e di quella riproduttiva, possono diventare termini di particolari atti psichici di appetito, di costruzione immaginativa e l'atteggiamento di tutto l'organismo può variare secondochè l'anticipazione mentale, che ne è fatta, è o no gradevole: mentre nell'un caso l'organismo si protende quasi per entrare in possesso dell'oggetto, nell'altro invece si ritrae e se ne allontana. Il desiderio in alcuni casi può esser sostituito da disgusto anche senza che varii la natura dell'oggetto esterno: varia solo lo stato in cui l'organismo si trova. Questo infatti, secondo che è o no sano, secondo che ha i rispettivi organi in una o in altra condizione (stomaco pieno o no, per esempio), si comporterà necessariamente in modo diverso. Anche in condizioni normali, all'appetito succede il senso di sazietà e tanto l'uno che l'altro senso può presentare gradi diversi, fino a raggiungere lo stato di sofferenza.

Qui si vede come le determinazioni psichiche, che accompagnano e quasi si fondono con quelle puramente organiche, possono compiere in certe circostanze l'ufficio di fattori regolatori. Le sensazioni, con cui sono avvertite le modificazioni cui possono andar soggetti in determinate condizioni gli organi, provocano appunto le reazioni che sono richieste per il mantenimento dell'equilibrio vitale. In tali circostanze si parla, è vero, di suggestioni dell'istinto; ma con tale parola si può esprimere solo il fatto che la condotta degli esseri viventi in tali casi, come non è determinata da forze meccaniche, così non è determinata da ragioni; essa è determinata da impulsi aventi la loro origine nelle condizioni dell'organismo, condizioni, le quali per riuscire veramente efficaci devono compiere un ufficio analogo a quello delle impressioni sensoriali, essere recettive e insieme tali da provocare adeguate reazioni. Ma questo diviene comprensibile solo attribuendo natura psichica al collegamento tra condizioni e impulsi.

Qui si può accennare alla particolare corrispondenza esistente in certe condizioni tra fenomeni fisiologici e psichici. È noto che uno stato di gioia e di serenità finisce per rappresentare una condizione favorevole per il funzionamento degli organi della vita in generale, e per il risanamento nel caso che essi, per una causa qualsiasi, si trovino alterati, mentre un animo rattristato e depresso è condizione oltremodo sfavorevole per il dispiegamento normale delle attività vitali. Si può ricordare inoltre il nesso esistente tra una particolare funzione, qual'è la digestione, e determinati fatti psichici, come risulta dagli esperimenti compiuti negli ultimi anni dallo scienziato russo I. P. Pawlow. Se la semplice vista di un alimento in condizioni normali vale a provocare un'abbondante secrezione dei succhi digestivi (saliva e succo gastrico) che corrisponderebbe all'inizio della digestione, nel caso che l'individuo si trovi in uno stato di preoccupazione o sia notevolmente rattristato, non solo tale secrezione anticipata non si produce, ma l'alimento dopo che fu introdotto nello stomaco finisce per rappresentare *un ingombro* per la alterazione che i succhi digestivi hanno subìto sia in quantità che in qualità. Ora ciò può accadere per la notevole influenza che la sfera psichica esercita su quella organica. Del resto una conferma si ha anche nel fatto che una certa dieta in un luogo di cura si mostra oltremodo efficace quando nelle pareti domestiche non produceva alcun effetto; il che si spiega solo riferendosi all'azione che lo « stato di

anima », l'umore generale può esercitare sul processo digestivo. L'ammalato, trovandosi nel nuovo ambiente, ha l'idea di sentirsi già meglio, e avverte gli effetti benefici della cura anche prima che questa sia iniziata. Si può dire inoltre che il processo della digestione in tutte le sue fasi è regolato dall'azione del sistema nervoso e per ciò stesso dell'attività psichica intimamente connessa con tale azione; un alimento che in condizioni normali è ben digerito, nello stato di sovreccitazione emotiva o all'opposto di notevole depressione, può esser causa dei maggiori disturbi.

Quel che si è detto intorno al nesso esistente tra sfera psichica e funzione digestiva trova poi riscontro in quello esistente fra sfera psichica e attività cardiaca e funzione circolatoria; è noto che le emozioni violente e subitanee (siano piacevoli o dolorose) hanno la più notevole ripercussione nella attività cardiaca, tanto è vero che comunemente il cuore s'identifica con l'attività sentimentale.

Si può aggiungere che la funzione di molte glandole dell'organismo si trova in intima connessione con la vita sentimentale in genere; basta pensare a tal proposito al nesso esistente tra la secrezione delle lacrime e le forti gioie o i forti dolori e alla ripercussione che può avere l'alterazione della glandola epatica sulle funzioni psichiche e viceversa la ripercussione che particolari stati d'anima hanno o possono avere sulla funzione epatica. Gli stati psichici per mezzo del sistema nervoso agiscono sui processi chimici svolgentisi nelle glandole, e si può ammettere in generale che, almeno nell'uomo, esiste un nesso costante tra certe determinazioni della vita psichica e quelle dell'attività glandolare. E senza entrare nella discussione intorno ai cosiddetti nervi trofici, si può conchiudere che non vi ha funzione organica o vegetativa che si voglia dire, che non risenta, sia pure in gradi diversi, l'influenza dell'attività psichica nelle sue varie forme e determinazioni.

Una compenetrazione delle determinazioni psichiche con quelle fisiologiche si ha ogni volta che certi atteggiamenti psichici, o forme di condotta, vengono ad acquistare particolare valore mediante il concorso dei fattori organici. Tutti sanno che le emozioni, in quanto sperimentate nella coscienza, sono in certa guisa inscindibili dalle corrispondenti « espressioni ». Non solo si giudica dell'umor gaio o triste dell'individuo in base all'osservazione di certi tratti della fisionomia, ma si arguisce l'esistenza di tutto un complesso di sen-

timenti, di disposizioni ecc. da certe movenze e da certi atteggiamenti con maggiore o minor nettezza determinabili o precisabili. D'altra parte il complesso dei mutamenti organici (riflessi fisiologici), aventi o no il loro punto d'origine in sensazioni, finiscono per contribuire validamente alla determinazione di certi stati emotivi. I riflessi fisiologici se non esauriscono il contenuto degli stati emotivi questo contenuto arricchiscono notevolmente. Le emozioni, come del resto gl'istinti, sono forme di comportamento (pratico) dell'organismo che mirano sempre ad assicurare le condizioni di esistenza più favorevoli (fuga di pericoli, ricerca di protezione, di difesa ecc.): ora tali forme di comportamento implicano sempre speciali connessioni tra impressioni e movimenti. Le impressioni (sensoriali) figurano come fatti di natura psicorganica i quali in certo modo si continuano nei movimenti. E i movimenti che in un tempo posteriore possono diventare obbietto di volontà o di inibizione, inizialmente, sono del tutto spontanei, rappresentando quasi l'esito naturale degli antecedenti psichici.

D'altronde al di fuori del campo strettamente emotivo, si sa che in certe circostanze un'idea può provocare cangiamenti organici: chi pensa di subire un assalto nemico pone nello stato di tensione i muscoli di difesa; e chi, mangiando, medita un discorso esegue movimenti della fisonomia, degli arti e finanche della lingua. E se anche vogliamo prescindere dalla considerazione dei fenomeni morbosi di suggestione e di autosuggestione, è certo che non sono molto rari i casi in cui basta la rappresentazione di una qualsiasi azione semplice o complicata, per provocare l'esecuzione dell'azione stessa quando non intervenga una forza inibitrice, per esempio, la volontà.

Vi sono poi forme morbose che sono ritenute da taluni spiegabili solo riferendosi a processi e a concetti d'ordine psichico. È noto come le psico-nevrosi (l'isterismo, per esempio) siano poste tra le malattie della psiche escludenti qualsiasi base somatica. Al che si oppongono i medici nevrologi, i quali negano che si possa parlare di malattia, non riferendosi al fattore somatico. Noi non intendiamo entrare nel dibattito; ma vogliamo soltanto osservare che i ragionamenti dei medici nevrologi finiscono per fondarsi principalmente sul concetto di « costituzione nervosa », destinato ad escludere qualsiasi riferimento alla psiche. Ora ciò, a giudizio nostro, è impossibile; se è errore considerare senz'altro le psiconevrosi *malattie dell'anima*, è errore parimenti riferirsi alla costituzione nervosa come a mezzo di spiegazione

sufficiente dei fenomeni morbosi, non tenendo conto delle particolari attinenze in cui la vita organica o fisiologica si trova con la vita psichica. Non è possibile dar ragione di quella che è detta « costituzione nervosa » senza riferirsi alle attinenze a cui abbiamo accennato. In particolari modificazioni di tali attinenze si trova la ragione ultima delle alterazioni morbose. Le psiconevrosi come non sono malattie esclusivamente dell'anima così non sono malattie esclusivamente del corpo. Sono malattie del corpo o dell'organismo in quanto questo è foggiato per certi rispetti dall'anima, o se più piace, in quanto anima e corpo, in certe condizioni, si compenetrano tra loro. Della cosiddetta costituzione individuale non è possibile formarsi un concetto adeguato senza riferirsi al concorso dell'azione psichica, coll'azione materiale.

Una prova infine di quella che abbiamo detto compenetrazione della vita psichica con quella fisiologica si ha nell'azione che, nell'uomo, gli ideali esercitano sull'organismo, si trovi esso allo stato sano o allo stato morboso. In tal caso, non è la vita psichica quale può trovarsi realizzata in un certo momento, che agisce sullo stato del corpo, ma è la costruzione rappresentativa di una forma di vita, come può esser fatta dalla mente per varie ragioni (contrasto con lo stato attuale, ovvero influsso di un certo modello, che per qualche particolarità s'impone alla considerazione), è il proposito di mutare un certo tenore di vita, sostituendolo con un comportamento ritenuto migliore, è tutto questo, che finisce per agire sullo stato dell'organismo quale esiste in un certo momento. Anche nella esperienza comune o nella vita quotidiana vien fatto di constatare con la maggior frequenza come la luce dell'ideale (e ciascuno è spinto per l'azione delle circostanze in cui si trova a vivere, a vagheggiare un certo ideale), possa essere di guida nel compimento di grandi e piccole imprese, e possa perciò avere la maggior ripercussione nei fatti che si svolgono intorno a noi. Il che naturalmente accade sempre perchè le pure concezioni della mente possono informare tutta la condotta di un individuo e nella condotta si trovano commiste e confuse, diciam così, le determinazioni psichiche con quelle fisiologiche.

Chi non sa poi che la fiducia in se stessi, la sicurezza di riuscire nelle imprese difficili moltiplica notevolmente le forze fisiche come quelle morali e accresce il vigore del proprio organismo nel caso che

per una ragione qualsiasi esso sia scemato? In un tempo in cui gli esercizi di sport hanno acquistato tanta importanza e diffusione, non occorre insistere a dimostrare come in tali casi non sono i risultati puramente fisici (accrescimento della forza, addestramento), ma sono gli effetti morali (noncuranza dei pericoli, amore del rischio) che si vogliono conseguire. Non sarebbe facile giustificare lo sport per sè preso, come puro esercizio fisico, se esso non implicasse necessariamente fattori di ordine intellettuale e morale.

Questo in ogni modo crediamo opportuno aggiungere, che la soddisfazione per l'azione difficile compiuta e insieme il proposito di contribuire con la propria opera alla realizzazione di un certo disegno, per un verso, arricchiscono il contenuto dell'esistenza spirituale, e per l'altro accrescono le forze fisiche di cui si può disporre, elevandone notevolmente il tono.

Si può ancora osservare che l'azione curativa che il medico compie in riguardo alle malattie, da cui l'uomo può essere affetto, non è di ordine puramente fisico-chimico, come d'ordinario si crede,[1] ma è per una parte molto notevole di ordine psichico. La differenza tra la azione terapeutica cui può esser sottoposto in determinate circostanze l'animale, e quella cui può esser sottoposto l'uomo ammalato, sta appunto in questo, che nell'animale possono esercitare la loro efficacia i rimedi prevalentemente di natura fisico-chimica, mentre nell'uomo i rimedi di ordine fisico-chimico godono del potente aiuto dei fattori psicologici. Il medico agisce sull'ammalato psichicamente non solo mediante la suggestione, il prestigio, la dottrina, l'autorità, ma anche mediante il consiglio amorevole, l'interessamento illuminato, la dimostrazione dei vantaggi, derivanti dal seguire certe prescrizioni: e alla sua volta l'ammalato coadiuva l'opera del medico dal punto di vista psichico sia dispiegando le attitudini intellettuali che corrispondono in fondo all'azione esercitata dal medico (lasciandosi persuadere, rendendosi conto dell'utilità e della necessità di seguirne le ordinazioni), sia dispiegando certe attitudini etiche (virtù morali), quali l'obbedienza, la pazienza, la perseveranza ecc. Sarebbe facile dimostrare che il medico per tale riguardo figura per molti rispetti come un vero e proprio *curatore di anime*,

---

[1] Su quest'argomento ha richiamato utilmente l'attenzione Alexander Jarotsky, *Der Idealismus als lebenerhaltendes Prinzip*, Wiesbaden, 1908.

che mentre può raggiungere resultati utili alla salute fisica contribuisce in un certo senso all'elevazione della personalità dell'ammalato, mantenendo viva in lui la persuasione che il seguire gli ordini del medico non risponde solo a un'esigenza dell'istinto di conservazione, ma rappresenta un dovere. Solo seguendo i consigli del medico si può mantenere integro l'organismo, e solo mantenendo integro l'organismo si può contribuire all'attuazione e all'accrescimento di un valore che per esser riconosciuto negli altri dev'essere riconosciuto anche in sè. S'intende che la relazione tra medico e ammalato tanto più assurge al significato che abbiamo indicato, quanto più il medico e l'ammalato sono cresciuti e vivono in un clima essenzialmente morale, vogliamo dire in un clima in cui sono diffusi ed apprezzati certi abiti morali e in cui è attribuita la maggiore importanza alla distinzione tra i varii ordini di beni.

Conchiudendo, possiamo dire che tutti i fatti di concomitanza di azioni psichiche con azioni fisiologiche (di elementi somatici e di elementi psichici) e di integrazione tra *spirito* e *corpo* in tanto sono intelligibili, in quanto sono ammesse particolari attinenze tra vita organica e vita psichica (presa in senso stretto). Esclusa la possibilità dell'identificazione della realtà psichica con quella fisica in genere ed anche l'altra possibilità della produzione di ciascuna delle due forme di realtà da parte dell'altra, s'impone, a noi sembra, la necessità di ammettere speciali attinenze fra la serie psichica e quella fisiologica, modificando però il concetto che d'ordinario si ha dei fatti biologici. In tutti i casi presi in considerazione si constata, abbiamo detto, una vera e propria *compenetrazione* delle manifestazioni della vita organica con quelle della vita psichica. I processi fisiologici sono diretti e regolati da motivi psichici e questi alla lor volta si trovano, almeno in parte, determinati dalle condizioni fisiologiche dell'organismo. Se la vita organica per certi aspetti si riflette in quella psichica, questa spesso compie l'ufficio di controllo nel corso dei fatti fisiologici. Ora un tale andamento si capisce soltanto, riferendosi a stadi diversi dell'evoluzione psichica. La psiche in quanto atta a subire l'azione dell'organismo già « formato » non può essere senz'altro identificata con la psiche in quanto è capace di foggiare l'organismo. Ma di ciò sarà discusso in seguito.

XV.

LE DETERMINAZIONI DELL'ATTIVITÀ PSICHICA.

Dicemmo disopra che per il riconoscimento dell'attività psichica in determinati soggetti non vi è altro criterio che la somiglianza del loro comportamento a quello di ciascun di noi, della cui esistenza psichica non è lecito dubitare. La somiglianza presenta gradi, andando da un massimo che si riscontra nei soggetti appartenenti ad una medesima specie, e viventi in condizioni pressochè uguali, e giungendo ad un minimo in cui accanto ai punti di riscontro, si constatano differenze e divergenze più o meno notevoli. I fatti psichici non sono appresi direttamente che nella coscienza di ciascun soggetto singolo, ma poichè essi si trovano connessi con fenomeni che possono essere obbietto della percezione sensata esterna (forme di condotta esterna, espressioni, movimenti, segni, gesti), un dato soggetto, secondo i casi, è in grado di apprendere, ovvero di comunicare, i corrispondenti fatti psichici per quella che è detta *simpatia*. Quanto più numerose e significative sono le somiglianze esistenti fra i soggetti, tanto più esse costituiscono una base sufficiente per l'estensione sempre maggiore dell'analogia.

Comunque, in base all'esperienza, è necessario richiamare l'attenzione sopra alcune distinzioni della maggiore importanza. Da una parte si deve distinguere la forma di coscienza che può esser detta spontanea da quella che va indicata come coscienza reflessa; la prima vuole esprimere il corso dei fatti psichici quali si vengono determinando per l'azione di cause molteplici indipendentemente dall'azione volontaria e da ogni proposito; la seconda invece esprime il potere, che ha la mente, di ripiegarsi su sè stessa e quindi corrisponde al fatto che le determinazioni psichiche a misura che sorgono possono divenire successivamente obbietto di conoscenza.

Dall'altra parte va distinto un duplice ordine di manifestazioni psichiche, quelle, cioè, in cui gli atti figurano conseguenze di certe premesse di ordine conoscitivo (giudizii diretti o dedotti), e quelle in cui la condotta è determinata da impulsi — accompagnati o no da sensazioni — (istinti). Di fronte poi alle forme di vita psichica, in cui sono presenti al soggetto i resultati o i fini da conseguire, coi corrispondenti mezzi, in guisa che è possibile rendersi conto di tutto il processo, ed è possibile dirigerlo, regolarlo con più o meno chiara consapevolezza, vi sono le forme di vita psichica (e psicofisiologica) in cui il soggetto rimane all'oscuro circa i resultati da conseguire e anche più all'oscuro circa i mezzi con cui i risultati sono conseguiti. Vi ha dei casi in cui noi sappiamo quello che vogliamo e sappiamo anche porre in opera i mezzi, perchè i nostri propositi possano avere esecuzione; e vi sono i casi in cui o conosciamo i risultati prossimi, se non quelli lontani, senza che sappiamo com'essi siano conseguiti, ovvero risultati e mezzi ci rimangono del tutto celati. Noi nel fare una dimostrazione possiamo muovere da certe premesse e arrivare a certe conseguenze, avendo presente il nesso che tiene unite le une e le altre: e d'altra parte possiamo avere il proposito di manifestare col discorso i nostri pensieri, senza sapere in che maniera propriamente l'espressione si realizza. Noi parliamo e camminiamo, senza avere spesso un'idea esatta del funzionamento degli organi che rendono possibile il camminare e il parlare. L'uomo comune sa bene di doversi alimentare, perchè spinto dalla fame, ignorando completamente l'ufficio dell'alimento, come ignora il processo a cui l'alimento deve essere sottoposto per esser veramente proficuo. E noi ci riferiamo per render la cosa più chiara e agevole, a quello che si può osservare nell'uomo; ma fatti analoghi si riscontrano in proporzioni diverse in tutti gli esseri viventi in cui è constatabile un certo grado di vita psichica.

Importa aggiungere che anche quando si ha la rappresentazione del modo di operare di taluni organi per l'esecuzione di certi movimenti — soprattutto nel caso che questi abbiano assunto un grado di notevole complicazione — non si può dire che basti tale rappresentazione per l'esecuzione più perfetta dei movimenti. Non basta aver l'idea del risultato finale di un movimento — specialmente se complesso — per poter disporre dei mezzi che a tale risultato conducono, ma si richiede il concorso di un altro fattore, atto ad assi-

curare la realizzazione del processo nella sua interezza. E tale fattore non può essere che d'ordine psicofisiologico (interesse, esercizio). Tutti sanno che s'impara a danzare e a cantare dopo un tirocinio più o meno lungo, dopo molti tentativi e dopo infiniti sforzi e senza avere alcuna idea degli apparecchi ed organi — ossa, muscoli, tendini, nervi ecc. — che in ciascun caso devono essere in azione. Ed anzi si può osservare che in molti casi (se non in tutti) la conoscenza degli organi e dei mezzi di azione, interponendosi tra il proposito e il conseguimento di un certo risultato, può esser di ostacolo alla pronta e agevole esecuzione dell'azione.

Si è in grado ora di capire come sia del tutto inadeguata l'identificazione che alcuni credono di poter fare della vita psichica con la « coscienza », intendendo poi per coscienza quella specie di visione cinematografica, che si può avere in un certo momento, delle molteplici determinazioni dell'esperienza interna — sensazioni, immagini, stati emotivi, pensieri, desideri ecc. — In tale visione si prescinde da qualsiasi considerazione dei processi funzionali, e quindi dall'azione reciproca svolgentesi continuamente tra le determinazioni psichiche e quelle fisiologiche, e si ferma l'attenzione sopratutto sui risultati dei processi, quali possono esser colti e fissati in un certo momento e per un certo intento. Si crede così di poter giungere ad un'adeguata spiegazione dei fatti, limitandosi alla considerazione delle relazioni puramente empiriche in cui certi fatti si trovano con altri fatti psichici contigui.

Certo non è possibile assurgere ad una concezione adeguata e completa della vita psichica, senza riferirsi anche ai dati fondamentali della coscienza; solo che la coscienza dev'esser presa per quello che è, e non foggiata arbitrariamente, soprattutto non *dev'essere reificata*, facendone un'entità per sè stante e contenente la ragione o il fondamento dell'evoluzione psichica. La coscienza è termine astratto o, meglio termine *collettivo*, esprimente le varie maniere di comportarsi del soggetto di fronte a un oggetto qualsiasi in determinate condizioni. Il soggetto in quanto agente non può non esser reale, mentre il termine della sua azione — oggetto — ha valore puramente *funzionale*; è termine di riferimento del soggetto. Soggetto, oggetto e coscienza (l'aver coscienza) nascono, per così dire, ad un parto solo. Per ciò stesso che c'è la coscienza in senso proprio c'è il soggetto e il termine del suo atto, l'oggetto. Non è a parlare di coscienza senza un soggetto (reale), che ha effettivamente coscienza, e d'altra parte

si può aver coscienza solo di qualche cosa (dell'obbietto), che può non essere reale. L'oggetto può essere un fatto psichico qualsiasi o un fatto materiale, ma può essere anche una creazione della fantasia, qualcosa d' inesistente, una rappresentazione contradditoria, per esempio.

Come si vede, la coscienza è cosa molto complessa che non può essere senz'altro identificata con la vita psichica, quando questa è presa in tutta la sua estensione. La coscienza può rappresentare solo una forma, e diciamo anche, una delle forme, o manifestazioni (più elevate) della vita psichica, ma non può essere ammessa come coestensiva di questa. La coscienza quando è presa in senso proprio si identifica con l'attività psichica in quanto *noetica* (implicante cioè l'attività conoscitiva sotto la forma di giudizio implicito od esplicito).

La forma di vita psichica antecedente all'attività *noetica* è quella *anoetica*, cioè a dire, l'esperienza sensitivo-impulsiva, implicante la capacità di subire l'azione degli stimoli, e di reagire con conati e movimenti sempre in conformità delle esigenze della vita dell'organismo. (L'organismo solo mediante la coscienza assurge propriamente al valore di *soggetto*). L'esperienza anoetica, come è facile capire, non può esser definita e descritta in termini chiari e precisi, perchè corrisponde appunto allo stato in cui mancano le nozioni, e quindi le parole atte ad esprimerle (mancano i termini e i corrispondenti significati). Se ne può parlare solo riferendosi per approssimazione alla condizione iniziale della vita cosciente, o, meglio, alla subcoscienza o incoscienza addirittura (assenza di coscienza). L'esperienza anoetica presa nella sua indeterminatezza figura come qualche cosa di analogo a quella che si potrebbe dire « esperienza vitale ». In tali condizioni il fenomeno psichico non si vede come si possa distinguere o isolare da quello vitale. Perchè il dato psicovitale assurga al valore di determinazione psichica definita (cosciente), è necessario che si passi dall'esperienza anoetica a quella noetica.

Solo tenendo presenti le differenze della vita psichica a cui s'è accennato, è possibile, a giudizio nostro, elevarsi ad una concezione adeguata del fatto biologico. Esso, infatti, implica quella peculiare relazione tra « azione psichica » e « azione materiale » in cui propriamente è posto il segreto della vita. Non vi può essere esperienza anoetica senza il concorso dell'agente psichico e del termine materiale. Perchè si possa parlare di *determinazione organica*, è necessario che l'azione fisica sia *come compenetrata* da un'azione psichica: solo

per tale via l'elemento materiale, sottraendosi al dominio esclusivo delle forze fisico-chimiche (forze cieche), assurge ad un nuovo valore.

Il fatto è che è possibile estendere, sempre per analogia, la nozione di esperienza anoetica con le debite modificazioni, suggerite dalle diverse circostanze, a tutti gli esseri viventi, quando siano tenuti presenti i caratteri primarii ed essenziali della stessa esperienza anoetica. Essa in fondo, come si è detto, è caratterizzata dal determinarsi di mutamenti qualitativi in risposta a stimolazioni provenienti dall'esterno, e insieme dal determinarsi di movinemti reattivi, in quanto tornano a vantaggio dell'organismo considerato nella sua unità, considerato, possiamo dire, come individuo. Nella nozione di esperienza anoetica, si prescinde necessariamente da ogni considerazione della coscienza vera e propria (attività noetica) e quindi dal rapporto che per ciò stesso si stabilisce fra soggetto e oggetto. È esclusa ogni possibilità di caratterizzazione dell'oggetto da parte del soggetto, come è esclusa ogni forma di apprendimento (di conoscenza). È facile pensare che l'esperienza anoetica, quando sia così estesa, possa assumere forme differenti in rapporto alle varie condizioni in cui si stabilisce la relazione fondamentale tra essere vivente ed ambiente: nell'organismo più semplice ed elementare, in cui non si osserva nessuna traccia di differenziazione, l'esperienza anoetica può trovarsi ridotta al complesso dei movimenti e degli atteggiamenti spesso determinati dalle eccitazioni esterne, qualunque queste siano. A misura che si procede nell'organizzazione, alla differenziazione delle forme viventi corrisponde quella dell'esperienza anoetica: e lo dimostrano la diversa natura e il diverso comportamento degli esseri viventi quali si trovano distribuiti nelle categorie della sistematica. Si può senz'altro enunciare la legge generale che i processi del differenziamento strutturale, quelli del differenziamento funzionale e quelli dell'esperienza anoetica finiscono per corrispondere tra loro.

Da tal punto di vista la distinzione tra *morfologia* e *fisiologia*, quale è fatta ordinariamente, non può essere accettata: non c'è la determinazione strutturale o morfologica da una parte e quella funzionale dall'altra: nè c'è un rapporto di priorità dell'una rispetto all'altra, ma le due in certo senso si condizionano a vicenda. Ogni novità nel campo funzionale pone l'esigenza di una corrispondente

novità nel campo morfologico, e viceversa ogni creazione nel senso morfologico finisce per suscitare una corrispondente creazione nel campo funzionale. Quando non può essere utilizzata una forma già esistente per una variazione funzionale, questa finisce per suscitare una variazione nel campo morfologico. Col determinarsi di una « analoga » necessità funzionale, in forme o strutture differenti già esistenti, queste subiscono gli adattamenti necessarii affinchè possano compiere i nuovi uffici. In tesi generale si può dire che le medesime cause, che possono produrre le novità nel campo fisiologico, possono operare nel campo morfologico; con che poi non si vuol dire che il problema del rapporto tra morfologia e fisiologia possa esser risoluto una volta per sempre, vogliamo dire in modo identico, che possa valere per tutti i casi. Il problema vuol esser discusso volta a volta, fondandosi sulla natura delle singole funzioni e strutture e sulla considerazione della storia evolutiva della forma in rapporto alla funzione.

A questo punto potrebbe sorgere il dubbio che in molti casi l'antecedente causale della differenziazione (morfologico-fisiologica) potrebbe essere rappresentato dai cosidetti *tropismi* (o da azioni analoghe ai tropismi); ma è facile ribattere che, quando ai tropismi sia attribuito il valore di azioni puramente fisiche, coll'uguagliarle al comportamento dell'ago calamitato in rapporto ai poli, essi non possono rappresentare una spiegazione sufficiente del differenziamento. Gli organismi non reagiscono alle influenze esterne per una specie di necessità meccanico-fisica, vogliamo dire non reagiscono costantemente, con modalità fisse e pressochè invariabili, ma si comportano variamente in rapporto alle circostanze sempre per il vantaggio (per il bene) dell'essere vivente. La reazione tropica ha due caratteri per cui si distingue sostanzialmente dal comportamento degli organismi: 1) la reazione tropica — il movimento — ha luogo nella parte in cui agisce lo stimolo (luce, gravità, ecc.) senza l'intermezzo di nessuna struttura di collegamento. L'azione dello stimolo, del tutto localizzata, si *continua* senz'altro nella reazione; 2) la reazione poi non tropica ha valore per l'organismo considerato nella sua unità. In essa è come impegnato tutto l'essere vivente per il proprio interesse, per conservarsi, per difendersi ecc. Mentre i tropismi possono esser ricondotti, almeno nella più parte dei casi, all'azione di forze fisico-chimiche (comportamento meccanico), la condotta degli organismi anche semplici diviene intelligibile solo, riferendosi ad

azioni di natura e di ordine differente, che trascendono la pura fisico-chimica.

Può essere opportuno ora rivolgere l'attenzione alle variazioni dell'esperienza anoetica, dopo che hanno avuto origine il sistema nervoso e il sistema muscolare. Sappiamo che lo svolgimento della stessa esperienza si trova condizionato dalla specificazione e differenziamento delle strutture (organi) capaci di ricevere le stimolazioni provenienti da agenti esterni, e da quello delle strutture che rendono possibili le reazioni più adeguate. Le strutture, nel caso che stiamo esaminando, costituiscono gli organi sensoriali nelle loro molteplici determinazioni, quelli nervosi (centri e nervi afferenti) e quelli reattivi (centri motori, nervi efferenti e muscoli); organi tutti connessi tra loro. Si domanda ora: Tutti codesti organi — della cui importanza ed efficacia per il processo di differenziazione dell'esperienza anoetica è facile rendersi conto — come hanno potuto avere origine?

Taluni, fermandosi sul fatto che gli organi figurano come le parti di un meccanismo, concorrendo tutti al conseguimento di un unico scopo, li considerarono prodotti di speciali atti creativi. Gli organi da tal punto di vista figurerebbero fin dall'inizio belli e formati e nel corso del tempo non potrebbero subìre che modificazioni soltanto in elementi accessori. È del tutto trascurata la considerazione della storia evolutiva, come è del tutto trascurata quella delle variazioni, degli adattamenti e dei successivi perfezionamenti cui gli organi, secondo i dati dell'esperienza, si trovano soggetti. Gli organi, invero, ci si presentano per molti rispetti come una *formazione* e quasi direi un *acquisto* che è fatto nel corso del tempo dagli organismi affine di rispondere a nuove esigenze, a misura che queste si vanno determinando. Del resto anche ammessa nel fondo l'azione creativa, essa, perchè possa veramente contribuire alla dilucidazione e alla spiegazione delle differenze che presentano i fenomeni in concreto, deve sempre fare appello all'azione di quelle che ordinariamente son dette *cause seconde*: ora se si vuol veramente determinare l'origine delle formazioni organiche, dev'essere indicata appunto nei singoli casi l'azione delle cause seconde.

Di fronte alla tesi che potremmo dire *creazionistica*, si trova la tesi *meccanicistica*, che tende a considerare la formazione degli organi come dovuta a combinazioni casuali, vale a dire all'assommarsi e successivo aggiungersi di variazioni che originatesi in condizioni differenti potettero concorrere a un unico resultato. Da tal punto di

vista non si tiene affatto conto del dato che a misura che cresce la complicazione degli organi, si rende evidente la *semplicità della funzione*. Una funzione come il vedere è suscettibile di perfezionamento e di sviluppo, ma non risulta costituita di variazioni graduali, aggiungentisi le une alle altre in momenti diversi. La funzione come nella sua esistenza non risulta di parti (essa o c'è o non c'è) così non può esser costruita meccanicamente. Essa in tanto esiste in quanto si rivela una attraverso le diverse parti, e in quanto in certo modo dà valore e significato a queste stesse parti.

Si può ora far menzione di una terza tesi, che è quella della *azione individuale*. Gli organi sarebbero prodotti a misura che ne è sentito il bisogno, e quindi sarebbero connessi fra loro, perchè solo dalla loro connessione potrebbe scaturire la funzione. La *volontà di vivere* da tal punto di vista rappresenterebbe la vera causa delle determinazioni organiche; e il ripetersi degli atti e quindi l'esercizio, l'abitudine, assicurerebbero la continuità, la persistenza e insieme il progressivo svolgimento della funzione. Si attribuisce così il maggior significato all'azione, allo sforzo e così via, trascurando del tutto l'agente, quando quest'ultimo rappresenta un presupposto necessario. L'abitudine, lo sforzo può dar ragione di certe modificazioni dell'atto, ma l'azione, lo sforzo, ecc. suppongono sempre l'essere, suppongono l'essere *a parte subiecti* e *a parte obiecti*. Certo il conato, la tendenza, l'interesse possono contribuire e contribuiscono di fatto all'effettuazione; ma questo può accadere solo perchè la tendenza, lo sforzo, l'interesse non hanno valore e consistenza per sè presi (*in abstracto*), ma hanno valore perchè da una parte sono determinazioni di un soggetto reale, dall'altra suppongono l'esistenza di mezzi adeguati. Lo sforzo, la tendenza implicano l'esistenza di condizioni che possono e devono essere utilizzate e possono e devono essere utilizzate solo nella misura in cui figurano fornite di certe qualità, che non sono affatto create dalla tendenza, dallo sforzo ecc. Del resto la considerazione dei dati dell'esperienza più comune ci mostra come in nessun caso la semplice azione individuale o la volizione valgono a determinare una struttura. Porre un nesso causale tra l'una e l'altra è assunto del tutto arbitrario.

Possiamo dunque conchiudere che nessuna delle tre tesi enunciate — la tesi creazionistica, la tesi meccanicistica e quella volizionistica — riescono a dar ragione veramente della formazione degli organi.

È facile capire che i così detti organi sensoriali, quelli nervosi

e quelli reattivi in tanto possono aver l'ufficio di contribuire al progresso e alla differenziazione dell'esperienza anoetica in quanto per certi rispetti sono inscindibili da questa stessa esperienza, in quanto, possiamo aggiungere, si trovano foggiati per subire azioni psichiche, o per poter suscitare queste stesse azioni nel caso che ciò sia necessario. Gli organi, per poter compiere le funzioni cui son destinati, dovettero esser formati da forze analoghe a quelle determinative dell'esperienza anoetica. Per ciò stesso che vi sono organi sensoriali, nervosi e motori ci sono le determinazioni dell'esperienza anoetica, ma questo è possibile solo nei limiti e nella misura in cui le condizioni di origine degli organi e le condizioni d'origine delle determinazioni dell'esperienza in parte coincidono. Non sono gli organi di qualunque specie e ordine siano, che possono per sè produrre le sensazioni, gl'impulsi ecc., come non sono le sensazioni, gl'impulsi ecc., che per sè determinano le formazioni strutturali dell'organismo; ma organi e contenuti sensoriali, impulsi ecc. derivano dal dispiegamento di forze atte a produrre i fatti vitali e insieme le manifestazioni psichiche. L'organismo non può essere il prodotto esclusivo della psiche — quale noi la conosciamo mercè la coscienza — come d'altra parte la psiche non può essere il prodotto dell'organismo, sempre che questo non implichi alcuna azione di ordine psichico.

Quel che sembra si possa affermare con certezza, in base alle relazioni esistenti tra psiche e organismo, è che l'una determinazione della realtà non può esser considerata come di natura del tutto estranea all'altra. Organismo e psiche presentano tali caratteri di affinità e di corrispondenza, per cui s'impone la necessità di riguardarli momenti differenti del dispiegamento di una stessa potenza. L'organizzazione nel senso biologico ha il valore di preparazione, di stadio di maturazione dell'attività propriamente psichica e l'attività psichica implica necessariamente la base biologica. Sembra si possa conchiudere che nell'organismo agisce quella stessa *potenza*, che è operativa nella vita psichica; solo che tale potenza si esplica in maniera differente nei due casi: nell'un caso è in relazione colla *pura materia*, nell'altro è in relazione con la materia che ha già subìto *una prima specie di azione* da parte della stessa potenza psichica. Come essa si spieghi in realtà in modo differente l'abbiamo veduto e l'andiamo tuttora vedendo. Un notevole chiarimento (e sostegno) alla tesi che qui è enunciata può derivare dalla considerazione dell'attività istintiva.

XVI.

CONSIDERAZIONI SULL'ATTIVITÀ ISTINTIVA.

Tutti abbiamo una certa idea dell'azione istintiva e tutti la distinguiamo dall'azione determinata e regolata dall'intelligenza, se anche incontriamo le maggiori difficoltà nell'indicarne i caratteri differenziali con sufficiente rigore e precisione. D'ordinario si fa menzione dei caratteri dell'*assenza di consapevolezza* (*cecità*), dell'*inneità*, della *fissità* o *stereotipia*, della *necessità*, caratteri tutti che sarebbero riscontrabili nell' azione istintiva e non nell' azione intellettuale, non badando però che ciascuno di essi, se anche non è del tutto sfornito di valore, non si può dire che ne abbia uno esclusivo ed assoluto.

L'azione istintiva, pur non essendo illuminata da un grado notevole di chiarezza e di coscienza, non si può dire che sfugga sempre ad ogni specie di apprendimento; d'altra parte l'azione ritenuta intelligente non sempre è accompagnata da consapevolezza chiara e distinta. In ogni modo la cecità non è sempre assoluta e non si constata costantemente; certe formiche, per esempio, trasportate dal loro paese natio in un altro, dove si trovano circondate da un maggior numero di nemici, sembra che prendano la precauzione di restringere le porticine d'ingresso dei loro nidi. Le stesse osservazioni, *mutatis mutandis*, si possono fare per le altre note: nessuna di esse si presenta costante e tale da poter resistere all'azione della critica. Così l' azione istintiva è spesso azione originaria e innata; ma da un lato si constatano per tale rispetto differenze notevoli tra le azioni compiute dagli animali e attribuite all'istinto, per modo che nei casi singoli si può rimanere incerti, se si debba parlare di condotta istintiva o di condotta determinata dall'esperienza, dall'abitudine ecc. e dall'altro le stesse determinazioni dell'intelligenza suppongono spesso un dato originario, e non sono tutte il risultato di acquisizioni fatte durante la vita dell'individuo. Parimenti vi sono forme di condotta istintiva, che presentano un certo

grado di fissità o di stereotipia: ma questo non si può dire di tutte le azioni che pure sono ritenute istintive. Anzi le variazioni che presentano in determinate circostanze gl'istinti possono esser lumeggiate dalle variazioni che presentano a volte i riflessi. Se si mostra, per esempio, ad un cane un pezzo di pane asciutto, la sua bocca si riempie di quella saliva che è necessaria a farlo ingoiare; se invece del pane gli si presenta una ciotola di latte (l'osservazione è del Grassi), l'aumento della saliva non si verifica, nonostante che il cane appetisca il latte più del pane; se gli si caccia in bocca una manata di sabbia, si produce tanta viscida saliva quanto è necessaria per buttar via la sabbia fino all'ultimo granello. Ora tale diversità di comportamento delle ghiandole salivari, di fronte alle diverse impressioni suscitate sui nervi della bocca, ci mette in grado di farci un'idea sufficientemente chiara del determinarsi delle variazioni istintive in rapporto alle condizioni in cui l'organismo si viene a trovare.

Le variazioni si generano non già per arbitrio o, comunque, per proposito degli esseri viventi, ma per le condizioni diverse che si vanno determinando nell'organismo, condizioni diverse, che suscitano, possiamo dire, nuovi bisogni, e questi alla lor volta nuove reazioni o nuovi atteggiamenti. Non già che i bisogni siano avvertiti dalla coscienza e che il loro soddisfacimento divenga obbietto di una decisione volontaria, ma le cose procedono di fatto come se tutto questo accadesse. Il vero è che per render chiaro il comportamento dell'animale in certe circostanze, non si può fare a meno di tradurlo nei termini a noi noti e familiari. Indubbiamente gli esseri viventi, a qualunque gradino della scala appartengano, come possono avere impressioni sensoriali più o meno determinate, così possono collegare tali impressioni con reazioni variabili secondo le circostanze (reazioni in ogni modo adeguate a bisogni).

A proposito della variabilità dell'istinto, questo vuol essere aggiunto, che in certi casi i fenomeni psicofisiologici presentano un grado notevole di plasticità in modo da poter modificarsi e coordinarsi variamente fra loro secondo lo richiedono le circostanze. Così le formiche impiegando le loro facoltà ed abilità innate possono a volte variare la costruzione dei loro nidi: la costruzione non procede col ritmo di una macchina, perchè ciascuna costruttrice finisce per seguire gl'impulsi prevalenti in un certo momento: anzi è stato osservato che la più zelante e la più svelta ha il potere di agire sulle altre, traendole nella propria direzione.

Vi sono però tre note, su cui ci sembra necessario insistere affine di delimitare la sfera dell'istinto in confronto di quella dell'intelligenza. L'una di tali note è quella della *limitazione*; mentre la sfera dell'intelligenza è pressochè indefinita, quella dell'istinto ha sempre dei limiti più o meno angusti. — L'altra nota è relativa al fatto che il comportamento istintivo non si vien determinando per successivi tentativi e per una specie di sceveramento delle prove che riescono da quelle che non riescono, come accade appunto nell'opera dell'intelligenza, ma esso è come animato da una tendenza originaria e persistente, la quale, agendo in modo continuo, è volta al conseguimento di un risultato definitivo. Quando l' azione istintiva non riesca nei primi tentativi, l'opera è ripetuta e proseguita sempre nella direzione primitiva: i mutamenti, gli adattamenti e i perfezionamenti, nel caso che siano necessarii, si seguono sempre in una linea determinata. Nell'opera dell'intelligenza invece le vie più differenti sono tentate; e la soluzione lungi dall'esser cercata in una sola direzione è cercata nelle direzioni più differenti. — Vi è poi la terza nota che si riferisce al nesso in cui l'attività istintiva si trova con la struttura organica. È questa forse la nota essenziale e primaria, la quale vale veramente a dar l'impronta specifica a tutta la sfera delle operazioni istintive. Se vi sono aspetti della vita istintiva, che si possono riscontrare anche in quella intellettuale, se vi sono determinazioni dell'una attività che possono coincidere con quelle dell'altra, l'una sfera nel suo complesso si presenta nettamente distinta dall'altra per il particolare nesso in cui si trova coll'organismo.

L'istinto, in conchiusione, richiama alla mente il modo di agire delle forze della natura per una necessità univoca, mentre l'intelligenza si dispiega per mezzo dell'esame delle varie possibilità e della scelta tra le diverse alternative. Mentre l'azione istintiva considerata nel suo complesso, è manifestazione di una spontaneità, svolgentesi per taluni rispetti automaticamente, il processo intellettivo, nelle condizioni ordinarie, si compie con consapevolezza, con discernimento e con padronanza (*compos sui*), se anche la consapevolezza e la padronanza hanno il valore di determinazioni variabili nei loro gradi. I fatti istintivi non solo, come fu accennato di sopra, hanno una propria limitazione, ma si svolgono secondo regole più o meno fisse e costanti per il conseguimento di fini — non previsti o anticipati —: fini che hanno sempre riferimento poi alla vita dell'individuo, a quella della specie o anche, in taluni casi, alla vita di più ampi gruppi.

Comunque ,in nessuna manifestazione vitale, come nell'istinto, è possibile cogliere l'intima connessione e quasi compenetrazione dell'attività psichica e di quella organica. Non è possibile rendersi conto del modo di comportarsi di certi esseri viventi senza riferirsi a determinate condizioni di organizzazione; ma non è possibile parimenti intendere certe particolarità dell'organizzazione senza riferirsi a quello che è detto comportamento istintivo degli esseri viventi. Paragoniamo tra loro per un momento, affine di chiarire il nostro pensiero, le forme di attività come sono il *camminare* e lo *scrivere*; entrambe le abilità implicano il concorso di fatti psichici e di fatti fisiologici, ma non in una stessa forma e nella stessa misura. La prima specie di azioni sono il risultato di quella che potremmo dire *maturità strutturale* e *funzionale* del sistema nervoso, muscolare e osseo se anche in connessione con un certo grado (minimo grado) di sviluppo psichico; l'altra specie di azioni si rivela invece il risultato di una combinazione — *volontariamente, artificialmente* — stabilita tra certi contenuti psichici e particolari determinazioni nervose e muscolari. Il fatto notevole è che le particolari determinazioni nervose e muscolari, coi corrispondenti contenuti psichici, in tal caso non fanno parte dell'organizzazione dell'essere vivente sortita da natura, vale a dire costituitasi attraverso le generazioni. L'una specie di azioni può esser detta istintiva, l'altra invece è riflessa e consapevole; la prima è determinata per ciò stesso che esiste l'organismo conformato in una certa maniera; l'altra invece è stabilita per decisione e per azione compiuta dall'individuo vivente. L'una è opera della natura; l'altra invece è effetto della preparazione e dell'educazione fatta dall'uomo.

L'attività istintiva, si può dire, è attività che matura e si svolge in concomitanza e parallelamente alla struttura degli organi, i quali sembra siano chiamati ad esplicarla. Le azioni istintive figurano così manifestazioni di attitudini che si trovano in intima connessione con corrispondenti determinazioni organiche. Le attività dispiegate per libera elezione dall'uomo possono implicare anch'esse connessioni organiche; solo che tali connessioni si trovano stabilite in un tempo posteriore per l'azione che la psiche esercita sull'organismo già formato.

Nell'operare istintivo l'animale certamente non si comporta come automa, in quanto ha una certa coscienza di quello che fa (non può aver coscienza dell'azione nella sua unità e complessità, e molto meno

può aver coscienza delle conseguenze e dei fini a cui l'azione può condurre, ma può avere coscienza di ciascuno stadio dell'azione). La coscienza però, che accompagna o può accompagnare l'azione, è simile, in questo caso, a quella riferentesi alle funzioni puramente fisiologiche (attività ritmica del cuore, attività degli organi respiratori ecc.). La coscienza si riferisce a tali attività, ma non è determinativa di esse nei casi ordinari.

D'altra parte anche nell'esercizio dell'attività intellettuale ci può essere l'uso di strumenti, che figurano qualcosa di analogo agli organi intesi in senso fisiologico; vi è però questa differenza; in tal caso l'*organo* è artificialmente costruito e in ogni modo adattato a un fine che è imposto dal di fuori (voluto dall'artefice) e non già inerente alla natura propria dell'organo. Nell'operare istintivo la struttura e la funzione, l'organo e il fine per cui esso opera vengono in certo modo a coincidere, mentre nell'istrumento costruito dall'uomo — anche se esso è costruito sul modello offerto dalla natura — vi è distinzione profonda tra la costituzione di esso e l'uso che se ne fa.

Gl'istinti si riscontrano negli animali, come si riscontrano nell'uomo, se anche nell'uomo per l'influenza che su di essi può esercitare l'intelligenza e la volontà si presentano piuttosto come particolari tendenze, più o meno complicate, quando negli animali figurano come determinazioni dell'attività psicofisiologica, le quali spesso assorbono tutta la vita psichica. È del tutto erroneo escludere gli istinti dalla vita psichica umana quando buona parte di essa è per così dire intessuta di tendenze istintive, come è del tutto erroneo l'identificare negli animali tutta quanta la vita psichica cogl'istinti. Quel che è da ammettere è che nelle diverse forme di vita animale si riscontra un peculiare aspetto dell'attività psichica, che può esser riconosciuto come aspetto istintivo (complesso di tendenze innate, originarie), e che soltanto in talune specie (per esempio negl'insetti, più particolarmente negl'imenotteri) lo stesso aspetto istintivo assurge a un grado notevole di complessità, distinguendosi per notevoli peculiarità da tutte le altre manifestazioni della vita psichica.

È certo che gli animali in generale mostrano di avere attitudini o capacità che abbiamo ragione di supporre analoghe a quelle umane: essi sentono, percepiscono, ricordano, immaginano, associano tra loro le immagini, in modo da costituire serie e gruppi più o meno com-

plicati, hanno sentimenti, appetiti, e, in rapporto agli stati d'anima in cui si possono trovare, assumono atteggiamenti differenti, e differentemente si comportano di fronte agli oggetti e alle persone. È certo d'altro canto che la vita psichica degli animali presenta differenze notevoli, secondo che sono presi in considerazione certe specie o gruppi, ovvero certi altri (per esempio i vertebrati e più particolarmente i mammiferi, ovvero gli artropodi, i molluschi, i vermi e così via), ma rimane sempre vero che in tutti gli animali, che hanno un sistema nervoso-muscolare, si constatano manifestazioni della vita psichica distinguibili tra loro per grado di complessità, ma meritevoli sempre della maggiore attenzione. Finchè si rimane nel piano inferiore della vita psichica (piano del *meccanismo psichico*) si può andare da un minimo ad un massimo di complessità senza riuscir mai dalle determinazioni della vita psichica ordinaria: sensazioni, ricordi e immagini e riconoscimento di oggetti, di persone, di appetiti, ecc.

Noi già, in confronto dell'istinto, abbiamo avuto occasione di accennare ad alcuni fenomeni di plasticità psichica (adattamento) che non possono non avvalorare la nostra tesi; ora possiamo aggiungere che i fatti di addestramento dimostrano nel modo più chiaro l'esistenza negli animali di un'attitudine associativa e di un'attitudine sintetica, che può giungere financo a simulare la capacità raziocinativa, quale si riscontra nell'uomo. Lasciando di riferire i molti fatti osservati nelle scimmie antropomorfe e nei mammiferi più vicini all'uomo, si può accennare al caso di un cane che può imparare ad eseguire il comando di chiudere una porta, sempre in seguito a ripetuti tentativi e ad errori, secondo che la porta si apra all'esterno o all'interno, se anche dopo contratta l'abitudine ad agire in un senso, non s'accorge della necessità di mutare nel caso che ciò sia necessario. Parimenti si può accennare all'altro caso di un luccio che dopo un'esperienza più o meno lunga può cessare di lanciarsi sui pesciolini, esistenti in un aquario, dai quali si trova separato da una lastra di vetro, avendo ripetutamente urtato contro tale lastra.

Può essere opportuno qui aggiungere un fatto che ci sembra di particolare importanza, anzitutto perchè fu riscontrato in un invertebrato (in una formica), poi, perchè ha riferimento non tanto alla attività associativa, quanto *all'iniziativa*, che nell'operare l'animale può assumere, quando si trovi in certe circostanze. Fu osservata dunque una volta (il fatto è riferito dal Bonatelli, col titolo: *Il ponte*

volante delle formiche, negli *Atti del R. Istituto veneto di Scienze e Lettere*, tomo VII, serie VII, 1895-96) una processione di formiche che dal tronco di un pruno passava via via lungo un ramoscello fino al muro di una casa, donde poi seguitava giù giù sino a terra: la schiera, come al solito, si componeva di due correnti dirette in senso contrario dall'albero al muro e dal muro all'albero. Un bel momento, essendo stato troncato il ramoscello che era a contatto della muraglia, il passaggio fu immediatamente interrotto; onde si fece un grande accumulamento di formiche, tanto all'estremità troncata del ramo quanto a quel punto del muro, che prima erano a contatto. I due ora si trovavano alla distanza di un centimetro; nessuna formica arrischiò mai il piccolo salto. La comunicazione restò definitivamente tagliata; e dopo qualche tempo le due parti si dispersero. Senonchè, dopo passata una mezz'ora o poco più, fu notato che alla distanza di un metro e mezzo circa da quel punto il pruno aveva un ramoscello più sottile e flessuoso la cui punta estrema formata da una fogliolina terminale, si dondolava al più leggero soffio di vento, e sebbene allo stato di riposo distasse dal muro di una ventina di centimetri circa, come il ramo aveva una forte inclinazione verso il basso, appena l'aria si agitava, si rialzava, e la sua punta veniva a toccare il muro sfiorandolo coll'ultima foglia. Ecco che la comunicazione tra le due parti della schiera delle formiche si ristabiliva malgrado le interruzioni periodiche piuttosto lunghe del contatto. Una gran folla stava sempre preparata all'estrema fogliuzza e un'altra folla in quella parte del muro che ne era lambita, quando alitava la brezza; e appena il contatto avveniva erano pronte le une a gettarsi sul muro, le altre ad arrampicarsi sulla foglia, continuando così la processione in ambo i sensi. Si capisce come il fenomeno potesse essere designato *ponte volante* preparato dalla natura agl'ingegnosi animaletti e del quale poi essi non avevano mancato di trarre profitto.

In ogni modo il fatto dimostra nel modo più chiaro come sia assurdo considerare gli organismi pure macchine, costruite affine di conseguire certi risultati, e operanti costantemente e uniformemente secondo certe regole. Il termine di adattamento, che di solito è adoperato da taluni in questi casi, non è che una parola per indicare le attitudini diverse (memoria, associazione, imitazione, impulso) dispiegate in certe circostanze dagli animali per il soddisfacimento dei bisogni essenziali e caratteristici della loro vita. Nel caso citato, come

in altri analoghi, è facile capire come dopo la riuscita di un primo tentativo fatto dall'animale più audace, più svelto, gli altri dovessero essere spinti a imitare e a ripetere la prova. Si viene a determinare così una nuova forma di condotta.

Siamo in grado ora di renderci conto delle differenze esistenti tra l'istinto vero e proprio e le altre manifestazioni e determinazioni della vita psichica, quali sono riscontrabili d'ordinario negli animali. L'istinto figura come una specie di automatismo (diciamo automatismo per marcare la relazione di differenza o di opposizione in cui si trova coll'intelligenza o colla volontà) sortito da natura (ereditato) che mentre è comune a tutti gli individui d'un gruppo (solidarietà nello spazio e nel tempo tra gli individui) presenta una peculiare connessione con le determinazioni strutturali e fisiologiche, onde poi deriva la stereotipia caratteristica del comportamento istintivo. Ciascun istinto si presenta come un impulso o tendenza volta verso un termine, il quale, finchè non è raggiunto, provoca sempre gli atti che ad esso possono condurre (atti variabili secondo le circostanze). L'istinto come non è la conseguenza di una decisione volontaria così non presenta le note di un processo puramente meccanico (di un processo compiuto da forze agenti secondo leggi cieche ed immutabili).

Alla stessa maniera che le diverse forme viventi potettero avere origine quando i tempi per tale origine (dopo la realizzazione di un complesso di circostanze) furono maturi, così i diversi istinti — che sono caratteristici delle singole specie viventi — fecero la loro apparizione, dopo che determinati influssi agirono sugli organismi. Potremmo dire che l' impulso o la tendenza istintiva, pur dispiegandosi sempre negli individui e per gli individui, non ha riferimento solo ad essi (non si può dire appartenente esclusivamente agl'individui singoli), ma ha riferimento alla specie, al gruppo, ad un'unità che trascende l'individuo. E il comportamento istintivo, come trascende gl'individui in ordine a spazio realizzandosi in tutti i membri di un gruppo, così trascende gl'individui singoli in ordine a tempo. Tutti gli individui del gruppo dal momento che esistono, come non possono non presentare i caratteri di organizzazione proprii del loro gruppo, così non possono far a meno di comportarsi in certe maniere in ordine a tempo finchè hanno conseguito i loro fini.

In sostanza gli esseri viventi appartenenti ad un determinato

gruppo, con qualunque nome questo sia chiamato, sono collegati tra loro da tal ordine di relazioni reali e da tali caratteri di somiglianza da costituire una vera unità (o individualità) che è significata dall'espressione di comunanza di natura. Gli esseri viventi — questo concetto giova ribadire — non ci si presentano come *disiecta membra*, ma come costituenti degli ordini più o meno estesi. I membri di ciascun ordine come gli ordini tra loro hanno tali relazioni di corrispondenza, di armonia (o di contrasto), per cui spesso figurano come elementi della totalità, in cui sono compresi.

Alla domanda circa le cause delle varie determinazioni istintive, si risponde come alla domanda relativa alle cause delle differenze strutturali, funzionali che caratterizzano le specie viventi (appellandosi all'attività creativa della natura e alla loro storia, per quello che questa riesce a illuminarci). Se ci è una legge di specificazione e di differenziazione in tutto il mondo organico, ci dev'essere del pari una legge di specificazione e di differenziazione della condotta dei gruppi, in rapporto alle condizioni in cui si vengono a trovare. Così si constata la tendenza a comportarsi in guisa da assicurare le condizioni di vita necessarie alla prole, anche quando è esclusa la possibilità negli individui di fare alcuna anticipazione al riguardo. Alla loro volta gli organismi, appena nati e comunque e dovunque nati, si comportano nelle maniere che sono loro suggerite o imposte dalle condizioni della loro organizzazione, senza porsi naturalmente alcuna domanda circa la loro sorte. Tale sorte non è l'effetto del caso come non è la conseguenza di una decisione volontaria.

Non è il caso di fermarsi a considerare le diverse manifestazioni della attività istintiva in ciò che esse possono presentare d'inesplicabile e di misterioso. È vano il tentativo d'interpretare l'operare istintivo riferendosi ai procedimenti dell'attività psichica cosciente e riflessa, come del resto è vano il tentativo di riferirsi alle condizioni fisiologiche quando a tali condizioni è attribuito in fondo il significato di processi fisico-chimici.

I fatti che soprattutto destano meraviglia e stupore sono quelli che sembrano implicare anticipazione di ciò che deve accadere in un avvenire più o meno lontano e quelli di comportamento del tutto conforme alle esigenze delle circostanze di un certo momento (comportamento del gruppo degli *sfegiti*), quando non può aver senso invocare alcuna corrispondente esperienza nel passato o alcun ricordo. Si

tratta di una forma di attività psichica che non ha l'analogo in quella a noi nota per mezzo della coscienza e che per molti rispetti invece non può non richiamare alla mente l'attività organizzatrice che, pur essendo essenzialmente irriflessa ed incosciente, si dispiega per il conseguimento di risultati spesso lontani nel tempo e che d'altra parte in quanto attività impulsiva e regolativa dei fatti della vita sfugge a qualsiasi determinazione precisa circa le sue modalità di esplicazione. Si può parlare di « simpatia », di « intuizione » e così via, ma non pare che con tali espressioni si chiarisca gran fatto.

Questo solo si può dire, che l'istinto mentre per alcuni rispetti è una delle più potenti manifestazioni dell'attività creativa della natura — al pari della produzione delle specie viventi, in tutta la loro esuberante ricchezza — rappresenta d'altra parte uno dei più validi mezzi a nostra disposizione per la sistemazione e l'ordinamento gerarchico delle forme organiche.

Abbiamo detto che gl'istinti hanno riferimento spesso non tanto agli individui in quanto sistemi organici, occupanti un certo spazio e aventi una certa durata, quanto ad unità di ordine più elevato che possono comprendere molti individui. Ciò è dimostrato da quella specie di divisione del lavoro istintivo che si constata tra gli elementi del gruppo, in determinate condizioni. La divisione del lavoro istintivo da una parte può avere un'estensione differente, che va, dall'ambito di una specie o di una razza, all'ambito di più specie e finanche di regni differenti (si pensi alla connessione o corrispondenza esistente fra animali più o meno lontani, e finanche tra animali e vegetali), e dall'altra parte può presentare una molteplicità di determinazioni, per cui si va dal dimorfismo sessuale alla costituzione di società più o meno complesse.

L'oscurità e il mistero che tuttora circondano l'argomento dell'istinto hanno, possiamo conchiudere, la loro ragione — almeno in parte — 1) nell'aver trascurato la connessione in cui l'istinto si trova con la struttura organica (i mezzi di realizzazione dell' istinto sono parte integrante dell' organismo); 2) nell'aver considerato l'operare istintivo come riferibile pressochè esclusivamente all' individuo, quando esso è riferibile alle unità di ordine più elevato, quindi alle specie, ai gruppi in genere, estendentisi nello spazio e nel tempo, a quelle unità, che, lungi dall'essere costruzioni arbitrarie e convenzionali, hanno anch'esse un fondamento nella realtà, del che va

tenuto conto. Alla stessa maniera che nel mondo umano vi sono forme di unificazione o di associazione, quali la famiglia, la nazione, ecc., le quali, pur essendo composte d'individui, non cessano per questo di avere un fondamento nella realtà (di essere *naturali*), in quanto implicano tendenze e relazioni che trascendono gl'individui che le compongono, così nel mondo dei viventi esistono forme di aggruppamento (le specie, per esempio) che hanno un fondamento nella realtà, e non sono pure costruzioni arbitrarie e convenzionali.

XVII.

IL CONTENUTO DELLE TENDENZE FONDAMENTALI DELLA VITA ORGANICA.

Nel determinare le attinenze della vita organica con quella psichica, noi movemmo dalla considerazione che tanto la vita organica quanto quella psichica in fondo si risolvono in un complesso o, meglio, in un sistema di tendenze che vogliono esser dispiegate. Qual'è il contenuto di tali tendenze? Qual'è l'*obbiettivo* a cui esse mirano? Per la vita organica la risposta sembra esser questa: le singole tendenze mirano alla costituzione del fatto della vita, al mantenimento, allo svolgimento della vita stessa: solo che è necessario approfondire il concetto di vita in relazione alle altre forme di realtà, specialmente in relazione alla psichicità, con cui essa si trova intimamente collegata. Per la vita psichica la risposta può esser data solo dopo che è stata discussa quella relativa alla vita organica.

La vita organica si attua per mezzo del dispiegamento di forme di attività che reciprocamente connesse tra loro sembra abbiano in se stesse la loro ragione. L'organismo figura sempre come qualcosa che ha valore per sè considerato. Le funzioni organiche implicano bensì il concorso di circostanze di varia natura e di vario ordine di cui deve esser tenuto conto, ma cooperano tutte ad un medesimo resultato e da tal punto di vista sono tutte mezzi e parti del fine che ciascuna contribuisce a realizzare: il fine è appunto la vita del tutto. Il che poi non toglie che tali funzioni rappresentino da un certo punto di vista i mezzi per la realizzazione di una forma di vita che sovrasta certamente a quella puramente organica, la vita psichica, segnatamente in certe sue forme.

La peculiarità della vita organica è appunto in questo, che da un canto implica l'azione di una potenza differente dall'energia fisica per quanto si trovi per certi rispetti dalla stessa condizionata; dall'altra,

pur avendo in sè stessa il proprio fine, contribuisce allo svolgimento di una forma di vita superiore e figura come « organo » rispetto a questa. La vita psichica in certe forme si presenta tanto più complessa, e raggiunge un grado di perfezione tanto maggiore, quanto più si viene elevando al di sopra di un'organizzazione complicata. Solo che del grado di organizzazione dev'esser data una spiegazione; e la spiegazione non può esser data che riferendosi ad un'azione di ordine diverso da quella puramente fisico-chimica, la quale per sè da un canto mena ad una progressiva degradazione dell'energia, e quindi a un ordine di stabilità e d'equilibrio escludente qualsiasi dinamismo affine a quello vitale, e dall'altro è priva di significato, in quanto non serve al conseguimento di alcun resultato avente per sè valore. L'azione a cui si accenna non può esser che di natura psichica, come risulta da molteplici considerazioni, soprattutto dall'esame delle attività proprie dell'organismo.

L'essere organico si trova bensì, come abbiamo già accennato, in una peculiare relazione col complesso fisico-chimico, che ne è per certi rispetti il sostegno, ma si rivela fornito di proprietà e di attitudini per cui si può contrapporre all'ambiente, pur traendo da questo il maggior vantaggio. Esso, invero, dall'ambiente trae la materia e l'energia di cui ha bisogno, ma è per di più fornito di una propria efficienza e di un proprio dinamismo, tanto che è in grado di sottoporre a trasformazione la materia e l'energia sempre nell'interesse dello stesso essere organico (individuo e specie). Non bisogna mai dimenticare che le trasformazioni sono opera dell'organismo stesso nelle varie condizioni in cui esso si può trovare. È noto che la fisiologia della digestione non abbraccia soltanto problemi di ordine fisico-chimico, ma problemi concernenti l'adattamento dei diversi organi per il più perfetto compimento della funzione assimilativa (nutritiva) nelle diverse circostanze. Le cellule a cui è devoluta la formazione degli enzimi non segregano gli stessi enzimi in maniera continuata ed uniforme, ma secondo che è richiesto dalle circostanze; gli enzimi, per esempio, vogliono sempre essere adattati per la qualità oltrechè per la quantità alle varie specie di alimenti ingeriti (*enzimi proteolitici, enzimi amilotici, lipolitici ecc.*). La descrizione analitica dei processi digestivi quale si può trovare in un capitolo di fisiologia non può fornire il mezzo di spiegare il fatto che la secrezione dei succhi digestivi si trova rispondente volta a volta al lavoro ch'essi son chiamati a compiere. I succhi digestivi in generale, vogliamo dire,

sono segregati nella proporzione e nell'ordine richiesti per la digestione degli alimenti introdotti.

Quel che vale per il processo digestivo — che pure sembra il processo in cui trovi più larga applicazione la chimica — vale per le altre forme di attività vitale, quali la respirazione, l'attività cardiaca e secretiva (o eliminativa) da un canto e lo sviluppo, la crescenza, la generazione dall'altro. Ciò che la chimica può mettere in luce è che un certo numero di leggi chimiche trovi applicazione nei processi vitali in genere, ma essa non può presumere in nessuna maniera di darci la chiave per intendere come avvenga la coordinazione degli elementi materiali nei singoli casi per la determinazione dei veri e propri fatti vitali.

Si può ammettere la validità universale delle leggi fisico-chimiche, e ciò nonostante respingere il concetto che la spiegazione dei fenomeni vitali si trovi senz'altro nelle leggi fisico-chimiche. È da ammettere che un determinato fenomeno o processo sia riducibile ad una speciale combinazione, nello spazio e nel tempo, di fatti di cui ciascuno per sè preso sia spiegabile per mezzo di leggi fisico-chimiche; ma da ciò non consegue che la combinazione e la coordinazione siano esse stesse spiegate dalle leggi che spiegano i fatti singoli. Ora è appunto la combinazione particolare che trasforma il complesso di azioni fisico-chimiche in azioni di un organismo vivente. Basti ricordare certi fatti, come quello dell'*acclimatazione* e dell'*emigrazione* per convincersi della verità di ciò che diciamo.

Inoltre le reazioni fisico-chimiche e i processi chimici in genere svolgentisi in un organismo presuppongono d'ordinario l'esistenza di organi (o di meccanismi), e tanto più li presuppongono nel caso che si tratti di fatti complicati rivolti al conseguimento di determinati risultati a vantaggio dell'organismo; ma la formazione degli organi e delle strutture dev'essere alla sua volta spiegata, e non può essere spiegata, riferendosi semplicemente a processi fisico-chimici che invece li suppongono.

Le condizioni fisico-chimiche, inerenti ad un bisogno qualsiasi, costituiscono solo una condizione e un eccitamento atti a provocare le azioni, onde risulta il soddisfacimento del bisogno. Il sorgere di un bisogno e il compimento delle azioni atte a soddisfarlo vengono a costituire un «movimento» (psicologico e fisiologico insieme) avente una certa direzione e tendente per ciò stesso al conseguimento di un certo scopo. Ora gli elementi costitutivi del processo psico-fisiolo-

gico, per cui dall'azione di uno stimolo si giunge alla risposta ad essa adeguata, non possono essere fatti di ordine puramente fisico-chimico; ma con essi deve cooperare un fattore di ordine diverso.

D'altra parte abbiamo avuto già occasione di osservare che l'organizzazione non è *trovata* bell'e fatta (non ricevuta *dal di fuori*), come del resto non è costituita per deliberazione cosciente del soggetto, ma è formazione *naturale*, *spontanea*, che si compie al di fuori della coscienza, per una necessità non già *meccanica* bensì *teleologica*, naturalmente senza anticipazione del fine. Le proprietà degli organismi sono in parte un prodotto degli organismi stessi, e le coordinazioni biologiche — prese nel senso più largo — derivano dall'attività propria dell'organismo, attività operosa dal principio alla fine della vita. Le coordinazioni — bisogna tenerlo presente — non si palesano semplicemente nella corrispondenza mirabile tra l'organo e la funzione, ma nell'adattamento continuo dell'essere organico alle condizioni interne ed esterne.[1] Non solo lo sviluppo degli organi è proporzionato ai bisogni dell'organismo, in modo che ogni organo è in grado di compiere senza fatica tutto il lavoro necessario all'economia generale, ma a misura che aumentano o diminuiscono i bisogni, aumenta o diminuisce il rendimento del lavoro degli organi. E gli organi il cui lavoro non può essere interrotto senza danno sono provveduti di apparecchi, o comunque, di mezzi regolatori (*compensatori*), perchè nessun notevole disquilibrio abbia a verificarsi. Gli organi stessi possono avere l'attitudine di abbassare o di elevare, secondo i casi, il grado della propria eccitabilità.

E a proposito dell'attività adattativa dell'organismo può essere utile accennare ai risultati delle ricerche batteriologiche compiute nei tempi più vicini a noi, le quali stanno a dimostrare come l'organismo è in grado di lottare contro i veleni e gli agenti infettivi mediante funzioni caratteristiche (antitossine). Si può pertanto parlare di un'attività propria dell'organismo, rivolta a garentire o ad assicurare le condizioni necessarie alla vita e a ristabilirle nel caso che esse siano alterate. Ricordiamo infine che l'attività dell'organismo da una parte può essere rivolta a costruire l'organismo e dall'altra può rigenerarne le parti nel caso che ve ne sia bisogno.

Attività coordinatrice, vita e psiche si presentano così intima-

---

[1] Citiamo un esempio tra mille. Sembra che i radiolari viventi nell'oceano contengano nel loro protoplasma dei globuli di olio che rendono loro possibile di nuotare e ne impediscono l'affondamento.

mente connesse che è lecito pensarle aspetti diversi di un'unica cosa. La fisica e la chimica che si fanno negli organismi, notava già Claude Bernard, sono subordinate ad un'idea (fine), come la fisica e la chimica che si fanno nei laboratorii sono subordinate al proposito di un certo sperimentatore o di un certo artefice. Ora solo l'attività psichica può dirigere e regolare i processi fisico-chimici quali si compiono nell'organismo: solo essa è in grado di agire sulle forze della natura fisica, indirizzandole in un certo senso. Dicendo questo non s'intende sostenere che la psiche si sottragga alla legge di causalità; l'attività psichica si dispiega sempre nel campo della natura e in essa opera non arbitrariamente, ma secondo norme definite. In sostanza alla formazione di nuove strutture, e alla genesi delle loro variazioni, dev'essere attribuito un significato «analogo» (non identico) a quello che è attribuito alla costruzione di apparecchi e di strumenti fatti dall'industria umana. In entrambi i casi gli organi e le funzioni rispondono alle esigenze che via via si vanno determinando; solo che in un caso le invenzioni e le costruzioni sono determinate dalla volontà e dalla coscienza dell'uomo, nell'altro caso dai bisogni operativi nell'organismo, senza che la volontà o la coscienza riflessa vi abbiano parte. Se la vita, scrisse G. Muller nell'*Introduzione* al suo classico *Trattato*, se la vita, come alcuni sostengono, è il risultato dell'armonia con cui gli organi funzionano, armonia della quale non si può dubitare, essa alla sua volta deve essere l'effetto di una causa adeguata, l'espressione di una forza, agente fin dall'inizio nell'organismo, e preesistente quindi nel germe. Tale forza (*psichica*, secondo a noi sembra) ha il potere di determinare la struttura e le funzioni dei vari esseri organici, contenendo la ragione della specificazione e differenziazione delle varie forme organiche e delle loro reciproche relazioni (animali e piante). E in mirabile accordo con Giovanni Muller, Claude Bernard, dopo aver dichiarato che i fenomeni fisiologici non sono senz'altro riducibili a fenomeni fisico-chimici, concludeva che la vita è inconcepibile senza l'idea *direttrice*. Ora le affermazioni di Giovanni Muller e di Claude Bernard sono comprensibili solo ammettendo la inscindibilità della vita organica da quella psichica. Attività organica e attività psichica sono manifestazioni o momenti di un'unica *Potenza* esplicantesi in modo differente nei due casi per la differenza delle *rispettive* condizioni.

XVIII.

IL CONTENUTO DELLE TENDENZE FONDAMENTALI DELLA VITA PSICHICA.

Le tendenze della vita psichica assumono il valore di *esigenze,* o di *bisogni* in quanto di solito sono avvertite dal soggetto in cui si vengono determinando, e reclamano, più o meno imperiosamente, il loro soddisfacimento. Qual'è il contenuto delle tendenze costitutive della vita psichica? Occorre anzitutto richiamare alla mente l'osservazione fatta altra volta, che, cioè, l'attività psichica, se per certi rispetti e in certe forme si trova condizionata dalla vita fisiologica, per altri rispetti e in altre forme figura come condizione per la realizzazione della stessa vita organica. L'organismo non ci si presenta mai semplicemente come *il luogo* in cui in determinate condizioni, si svolgono fatti e processi fisico-chimici, ma come una costruzione che ha un valore proprio e tale valore dimostra nel dispiegamento delle sue attività.

Fu già notato che l'interpretazione fisico-chimica dei fatti vitali si rivela alla prova dei fatti assolutamente insufficiente. Non vi è fenomeno per quanto in apparenza semplice, come può essere la secrezione di una lacrima o di una goccia di sudore, o anche l'assorbimento da parte di un villo intestinale o il filtro renale, che sia riducibile *senza residuo* a fatti di natura fisico-chimica. I fenomeni fisico-chimici entrano bensì dappertutto, ma non bastano a dare una spiegazione adeguata ed esauriente delle diverse manifestazioni vitali. I fenomeni e i processi fisico-chimici hanno bisogno di essere « combinati », « ordinati » e « regolati in particolari maniere », perchè possano assumere il valore di fatti vitali. Ora la regolazione e la coordinazione, mentre trascendono necessariamente la fisica e la chimica, ci si presentano come intimamente connesse con altre proprietà e capacità, quali sono quella morfogenetico-evolutiva e quella adattativa, e tutte insieme depongono per l'esistenza di un potere che pre-

senta i caratteri proprii della psichicità. Come sarebbe concepibile un potere regolatore e insieme costruttore e sintetizzatore (non vi è adattamento senza una peculiare sintesi di una certa *reazione* con la corrispondente *affezione*), senza il riferimento ad un centro, che compia l'ufficio di unità nella molteplicità? Basta richiamare a questo punto i tre aspetti o punti di vista, da cui l'essere vivente può e deve essere considerato — l'aspetto della forma o della struttura (molteplicità degli organi e delle funzioni), quello della spontaneità e quello dell'individualità — per avere una nuova conferma della inseparabilità della vita dalla psiche.

Sicchè alla domanda circa il contenuto delle tendenze fondamentali della vita psichica si può rispondere, riferendosi alle varie specie di attività che sono dispiegate dai centri, i quali da una parte rendono possibili le peculiari manifestazioni della vita in genere e dall'altra — perciò stesso potremmo dire — vengono preparando le condizioni per il sorgere della vita psichica nella forma di *coscienza*, e per il rigoglioso progredire di essa. Trovandosi in rapporto, vogliamo dire, con determinati complessi fisico-chimici e dispiegando la loro attività in essi, mentre realizzano la vita nelle sue varie manifestazioni (metabolismo o ricambio materiale, morfogenesi, adattamento, sviluppo ecc.), determinano gli organi, le strutture, che rappresentano i mezzi per il progresso della vita psichica in tutte le sue forme e in tutti i suoi gradi. La costituzione dei centri di cui si parla ha speciale importanza in quanto con essi e per essi ha origine la contrapposizione di un *valore* e di una *efficienza sui generis* alla corrente dell'energia fisica (natura inorganica). Con la costituzione dei centri di vita, si viene a determinare una vera crisi nel processo di evoluzione cosmica. Uno dei principali compiti dei centri è quello appunto di attuare processi di elevazione di energia, dando origine a molteplici forme di energia potenziale.

Sappiamo che ciascun centro di vita non può cercare che il proprio *bene*, traendo il maggior vantaggio dall'ambiente in cui esso si trova. Ora il proprio bene a cui alludiamo non può essere trovato che nel dispiegamento di tutte le attività caratteristiche della vita. Le esigenze e i bisogni, per ciò stesso che in qualche modo si fanno vivi, valgono a provocare gli atti del loro appagamento, il quale poi finisce per esser sempre più perfetto ed adeguato. A tal proposito pur non essendo nostro compito seguire l'evoluzione organica in tutte le sue specificazioni e differenziazioni, importa richiamare l'attenzione sul

sistema nerveo-muscolare per la peculiare relazione in cui esso si trova con l'attività psichica e per l'importanza che esso ha nell'economia generale dell'organismo. Le esigenze di una regolazione e di un adattamento più perfetti dovettero contribuire alla formazione di una struttura nervosa sempre più complicata. Ed ecco che le forme superiori di psichismo si trovano condizionate appunto da una complicazione maggiore dell'organo nervoso.

Può essere opportuno aggiungere qui due osservazioni: 1) Anzitutto se l'organizzazione nerveo-muscolare rende possibile il raggiungimento dei gradi più elevati della vita psichica, d'altra parte tale organizzazione reca essa stessa le tracce dell'azione psichica, sia pure nelle forme meno elevate. 2) Poi sarebbe errore credere che l'attività regolativa, coordinatrice e adattativa debbano essere condizionate esclusivamente dalla funzione nervosa, in modo che venendo a mancare tale funzione, non sarebbe a parlare di esplicazione dell'attività regolatrice, coordinatrice ecc. L'azione del sistema nervoso in certi suoi compiti può essere sostituita dall'azione di altre strutture analoghe. L'abbiamo veduto a suo tempo.

Comunque, è innegabile il peculiare valore che la costituzione del sistema nervoso ha per l'evoluzione psichica in generale. Non è il caso di addentrarsi nell'esame delle corrispondenze esistenti tra certe variazioni della vita psichica e quelle strutturali o puramente dinamico-chimiche dei centri nervosi; a noi basta segnalare il fatto che lo svolgimento della vita psichica, nella forma di *coscienza*, si trova in speciale connessione con lo sviluppo di un complesso di formazioni nervose (organi corticali). È da ammettere che l'organo si sia venuto foggiando per le esigenze della attività psichica. Dal momento che il sistema nervoso con la costituzione del cervello ha assunto l'ufficio di regolatore supremo dei vari ordini di funzioni vitali, si sono venute per ciò stesso realizzando le condizioni per lo svolgimento della coscienza nelle sue forme più elevate.

La coscienza — lo sappiamo — non è che una parola per indicare la relazione che si viene a stabilire tra soggetto e oggetto dopo che l'attività psichica ha raggiunto tal grado di sviluppo da oltrepassare la sfera puramente sensoriale e il puro meccanismo associativo. Nella coscienza e per la coscienza il centro di vita assume il valore di « soggetto » vero e proprio, comportandosi in peculiari maniere verso quello che è detto « oggetto » (per aver coscienza, bisogna che ci sia chi ha coscienza e qualcosa di cui appunto si ha coscienza). Non è il

soggetto che dà origine o produce l'oggetto, come non è l'oggetto che dà origine o produce il soggetto. Il soggetto ha coscienza dell'oggetto: questo è il fatto che si realizza appena l'essere vivente ha raggiunto un determinato grado del suo sviluppo.

È facile capire poi che non vi può essere coscienza, senza che questa sia determinata in una certa maniera. Ora le maniere in cui essa si trova determinata costituiscono le potenze fondamentali della vita psichica (nella forma di coscienza, s'intende). L'aver coscienza si determina nell'aver presente un certo contenuto (attività rappresentativa), nel riconoscerlo come reale o vero, o nel respingerlo in quanto falso (attività conoscitiva) e nel considerarlo come un valore o come disvalore (attività pratica). I termini di valore, di bene, di fine — da realizzare, nel caso che non sia realizzato — si equivalgono.

Come si vede, le classi fondamentali dei fatti psichici costituiscono il contenuto delle tendenze della vita psichica, quando questa è giunta al grado di « coscienza ». S'intende come le tendenze accennate segnino solo le principali direzioni, in cui si compie il movimento della vita psichica. In ciascuna di esse si vanno determinando poi le *tendenze secondarie*, e in ciascuna tendenza secondaria quelle che potremmo dire *tendenze terziarie* e via di seguito fino al raggiungimento del termine finale, che deve coincidere col termine dello sviluppo dell'attività spirituale nella grande ricchezza della sua comprensione e nei molteplici rapporti in cui essa si può trovare cogli oggetti della realtà.

La coscienza, col raggiungere il suo completo svolgimento nella forma di autocoscienza (conoscenza di *altro* e insieme di *sè*), acquista il valore, potremmo dire, di *seconda vista* degli obbietti a cui si riferisce.

È opportuno rivolgere ora appunto l'attenzione alle variazioni che un contenuto può presentare per il fatto solo *che è obbietto di coscienza*. La differenza tra le modalità di dispiegamento delle tendenze psichiche e le modalità di dispiegamento di quelle puramente organiche emerge chiara proprio nella coscienza e per la coscienza. La tendenza psichica è avvertita, può essere anche riconosciuta nei suoi varii momenti ed ha un termine rappresentabile come fine da conseguire. Nel caso che siano incontrate resistenze, da un canto è compiuto un particolare sforzo e dall'altro sono ripetuti i tentativi per il conseguimento diretto e più rapido dell'intento. Si pensi allo sforzo con cui è compiuta a volte la rievocazione di un ricordo, la soluzione di un

problema o l'appagamento di un qualsiasi bisogno di ordine pratico, specialmente quando questo incontri difficoltà od ostacoli (emozioni di varia complessità, connesse sempre con atteggiamenti particolari di tutto l'organismo).

Se a principio di solito il processo di attuazione della tendenza è accompagnato da coscienza chiara, dopo che fu più volte ripetuto, assume il carattere di processo pressochè automatico. Qui è necessario fare alcune distinzioni. Vi sono casi in cui il fine ultimo è sempre rappresentato, mentre gli anelli intermedii, vale a dire il complesso dei mezzi che conducono al fine, rimangono più o meno oscurati, e sfuggono a qualsiasi tentativo di determinazione consapevole. E vi sono i casi — (specialmente quando il processo si complica notevolmente) — in cui il processo si può scomporre in parti diverse (si può sottoporre ad analisi), ciascuna delle quali può assumere provvisoriamente il significato di fine. L'interesse che inizialmente era rivolto al termine ultimo finisce per esser rivolto ai mezzi, in quanto questi in antecedenza si trovarono costantemente connessi con tale risultato. La considerazione del fine in qualche caso può rimanere del tutto oscurata, essendo sostituita da quella dei mezzi.

Si può inoltre osservare che il fermare l'attenzione sui momenti del processo che intercedono tra l'inizio e il termine può avere per effetto l'allontanamento dalla prosecuzione diretta e rapida del lavoro di conseguimento del risultato. La coscienza per l'intervento di un fattore, diciamo così, estraneo (*preoccupazione*), può esser causa di ritardo, di deviazione dell'attenzione, e quindi di scarso rendimento del lavoro necessario per il pronto dispiegamento della tendenza. In certe condizioni il procedimento *del lasciarsi andare nell'agire* può agevolare la riuscita dell'intento finale a preferenza dell'altro di fermarsi a considerare i singoli momenti dell'operazione.

Naturalmente si può far a meno del sussidio e della cooperazione attiva della riflessione (coscienza reflessa) nei casi in cui la tendenza o la disposizione abbia profonde radici nella psiche del soggetto, per influenze ereditarie, per doti naturali, e per effetto dell'educazione antecedente. Rimane sempre vero in ogni modo che la tendenza si dispiega tanto più agevolmente ed efficacemente quanto più si attua per una forma di necessità interiore senza la cooperazione o l'aggiunta di fattori insoliti od estranei.

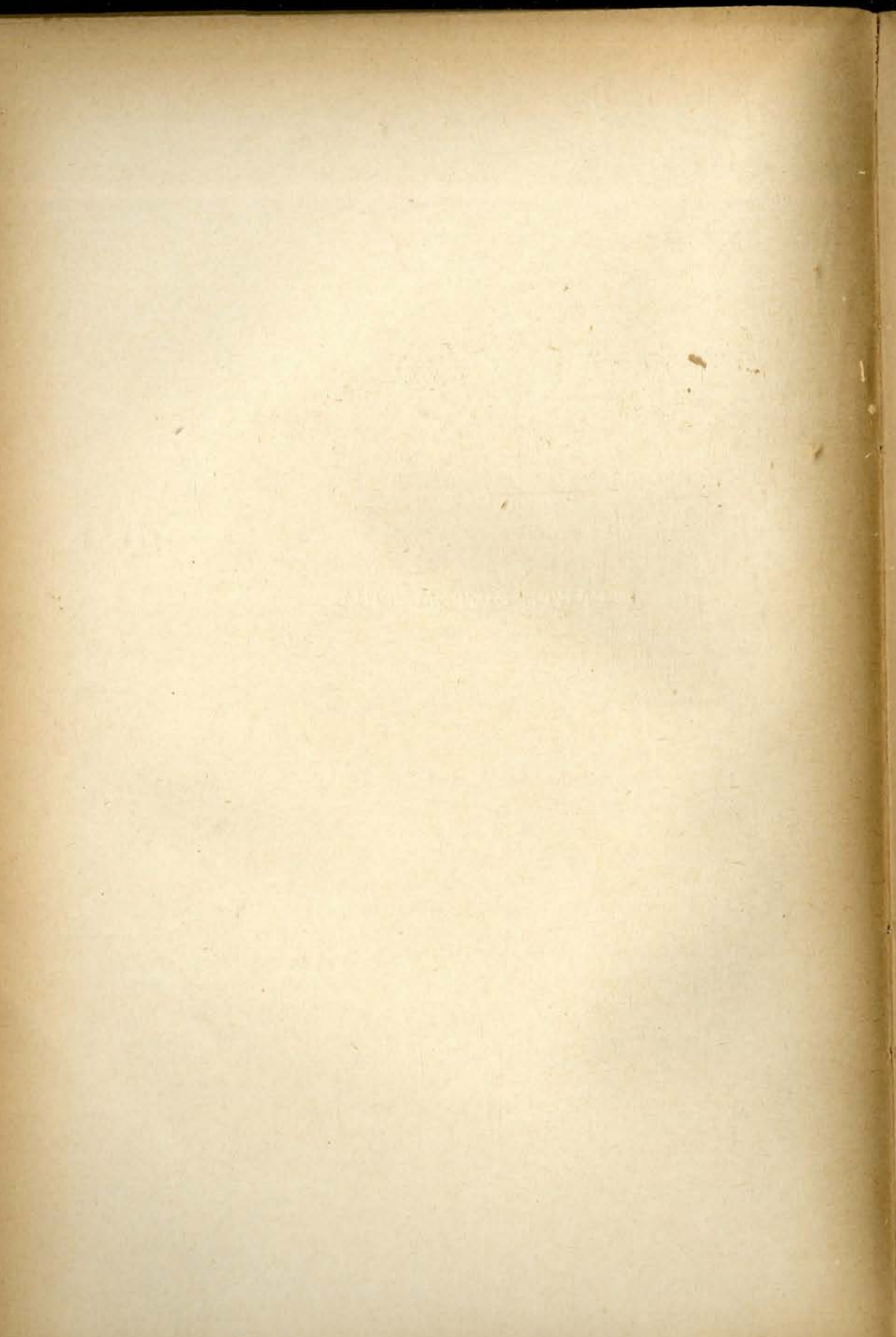
Comunque, la coscienza — il soggetto o l'individuo che ha coscienza, vogliamo dire — in certe condizioni e per certi rispetti

13

può determinare effetti differenti: può dirigere e regolare oltrechè illuminare il processo, ma, nel caso che la sua azione non rimanga contenuta nei giusti limiti, può esser causa — l'abbiamo veduto — di alterazione o di oscuramento della visione del termine, a cui il processo per l'impulso iniziale sembra rivolto.

L'argomento delle modalità del dispiegamento delle tendenze in rapporto alla coscienza potrebbe avere un più ampio svolgimento; ma noi ci contenteremo di aggiungere poche altre osservazioni, tenendo però sempre presente che l'azione della coscienza difficilmente può esser racchiusa in una formula, che valga egualmente per tutti i casi. 1) È da tener conto, come già si è accennato, dell'azione che l'abitudine o il ripetersi frequente degli atti esercita sul compimento degli atti stessi: quanto più le tendenze anche complesse sono ripetutamente dispiegate tanto più si presentano col carattere di abiti o disposizioni sortite da natura. In tal caso sembra che l'azione spontanea o involontaria — di qualunque ordine e complessità essa sia — si generi dall'azione volontaria. 2) D'altra parte vi sono condizioni in cui il moltiplicarsi degli atti semplici (atti impulsivi e reflessi) rende possibile il determinarsi di alternative o di possibilità diverse, da cui può scaturire poi la decisione volontaria (atto di scelta).

Può sembrare in conseguenza che dall'azione volontaria si passi in modo *continuo e graduale* all'azione impulsivo-meccanica e viceversa dall'azione impulsiva si passi all'azione volontaria. Senonchè, è necessario riflettere che per il primo rispetto l'azione di *meccanicizzazione* è solo apparente: il dominio della volontà e della coscienza può rimanere latente in un certo periodo dell'evoluzione psichica, senza che mai sia effettivamente interrotto (lo dimostrano i casi di influenza persistente della volontà su certe modalità dell'azione abituale e i casi di ripresa dell'azione abituale, dopo un'interruzione più o meno lunga per un atto di volontà). — D'altra parte la complicazione e il contrasto delle tendenze (e degl'impulsi) non può avere il valore di causa dell'atto propriamente volontario, bensì solo di incitamento all'esecuzione dell'atto di scelta, che conserva sempre il suo carattere peculiare e che figura qualcosa di nuovo. Non è a parlare dunque di trasformazione di una determinazione psichica in un'altra, ma solo del sorgere in certe condizioni di una determinazione psichica nuova e orginaria.

PARTE SISTEMATICA

XIX.

L'ORDINAMENTO DEGLI ESSERI VIVENTI.

La vita si trova realizzata negli individui; solo che la nozione di individualità può esser presa in senso stretto, attribuendole come note essenziali l'unità e la centralizzazione delle funzioni caratteristiche dell'essere vivo, e può esser presa in senso largo per esprimere speciali connessioni in cui ciascun sistema organico si può trovare con altri sistemi organici. Da quest'ultimo punto di vista gli individui — comunque costituiti — si trovano spesso in determinate relazioni fra loro; onde possono costituire alla lor volta unità (totalità) meritevoli di considerazione. In altro luogo fu discusso a lungo della nozione d'individualità nel mondo organico, mostrando che l'individualità si va costituendo secondo certe regole: l'individuazione, potremmo dire, figura come « legge », cui sottostanno gli esseri viventi. L'individuo, lungi dunque, dal rappresentare una « costruzione » arbitraria o convenzionale, ha un fondamento nella realtà. Esso è anzitutto centro di molteplici attività coordinate fra loro e tendenti alla conservazione e sviluppo della stessa unità. E d'altro canto esso è il necessario termine di riferimento delle azioni provenienti dall'ambiente esterno.

L'essere vivente poi, giova ricordarlo, non è sistema veramente chiuso, ma spesso in tanto può compiere certe funzioni in quanto stabilisce particolari relazioni con altri esseri (relazioni sessuali per esempio). Per mezzo di tali relazioni, come dicevamo, vengono a formarsi unità che possono assumere il valore di individualità di ordine più elevato, che si estendono nello spazio mediante le varie forme di associazione e si prolungano nel tempo mediante la generazione. C'è una forma di solidarietà, che è determinata dall'istinto e dall'organizzazione, come c'è una tradizione che potremmo dire fisica, che ha il suo fondamento principalmente nel legame esistente tra le varie generazioni per virtù dell'eredità. Per l'uno e per l'altro rispetto gli

individui rappresentano parti di totalità, che in un certo senso gl'individui trascendono (nello spazio e nel tempo).

Comunque, tra le molteplici relazioni in cui gli esseri viventi si possono trovare tra loro, debbono essere segnatamente distinte quelle *ideali* o *rappresentative* (relazioni di somiglianza e di differenza, di affinità e di opposizione) e quelle *dinamiche* o *efficienti* (relazioni sessuali ecc.). Le prime si manifestano nel riconoscimento reciproco degl'individui e nella possibilità di costituire i varii gruppi da parte del soggetto contemplante; le altre si manifestano nei gradi di parentela constatabili tra gli individui e nella possibile discendenza da un unico stipite e quindi nella possibilità di costruire uno o più alberi genealogici delle diverse forme organiche.

In base alla considerazione delle relazioni esistenti tra gli esseri viventi, il mondo organico lungi dal presentarsi come un caos finisce per costituire un « ordine » che nelle linee generali si rivela tanto alla coscienza dell'uomo ingenuo come a quella dell'uomo colto e che nelle determinazioni precise ed esatte può essere appreso solo dall'uomo di scienza mediante l'uso delle categorie biologiche — *tipi* (*branche o stipiti*), *classi, ordini, famiglie, generi e specie*. Le categorie biologiche, infatti, rappresentano una specie di quadro, in cui sono allogabili gli esseri viventi a misura che su di essi è fermata l'attenzione; e il quadro è costituito dalle coordinate, in rapporto a cui sono formati i varii gruppi. Ciò che importa tener presente è che la determinazione delle categorie non è fatta arbitrariamente, ma fondandosi sui caratteri constatabili nell'esperienza e sulle relazioni in cui tali caratteri si trovano tra loro. Vi sono anzitutto i *tipi di struttura*, che potremmo dire *architettonica* (vertebrati e invertebrati e tra gl'invertebrati i molluschi, i vermi, gli echinodermi, per esempio), i quali mentre sono ordinabili fra loro, fondandosi sul grado di loro complessità, sfuggono a qualsiasi tentativo di derivazione degli uni dagli altri. In ciascun tipo fondamentale poi vengono ad essere stabilite le divisioni e le suddivisioni secondarie, riferendosi alla presenza o assenza di certi caratteri, ovvero riferendosi ai vari processi di loro determinazione e specificazione e così via. Dai tipi o branche primarie si passa così alle classi e poi agli ordini, alle famiglie, ai generi, infine alle specie, che indicano i gruppi naturali ultimi.

Come l'individualità organica ha un fondamento nella realtà, e non è una creazione artificiale o convenzionale della nostra mente,

così i varii aggruppamenti degli esseri viventi, stabiliti mediante la comparazione e la constatazione dei varii gradi di somiglianza e di differenza esistenti negli individui, hanno un fondamento *in re*. E come l'individualità non fu realizzata una volta per sempre, ma si andò variamente determinando nel processo evolutivo del mondo organico, così i varii gruppi non sono da riguardare fissi, immutabili, eterni. Essi si andarono costituendo per il concorso di molteplici circostanze, che è ufficio della sistematica rintracciare e indicare.

Le considerazioni generali che noi abbiamo fatto intorno all'ordinamento degli esseri viventi possono essere avvalorate, riferendosi alla nozione di specie, che è alla base, o, se vogliamo, è implicita in tutti gli aggruppamenti di ordine più elevato.

La questione relativa all'esistenza delle specie in natura ha avuto, infatti, sempre virtù di richiamare l'attenzione degli scienziati, perchè con essa si connette l'altra dell'esistenza di gruppi naturali in genere e quindi quella dell'esistenza di un ordinamento razionale degli organismi. Mentre nella natura inorganica gli aggruppamenti dei fenomeni e degli obbietti sono fatti per ciò stesso che codesti fenomeni ed obbietti sono conosciuti e spiegati, con la subordinazione a determinate leggi, nella natura organica l'ordinamento figura come qualcosa di aggiunto alla semplice spiegazione.

È evidente poi che la questione dell'esistenza delle specie si trova anche connessa con quella dell'esistenza dei « caratteri » e delle « proprietà » dell'individualità organica. Chi ammette che ai caratteri non competa nessun grado di indipendenza, per modo che è esclusa la speranza di poterli sottoporre a misura, a calcolo, e ad ogni determinazione precisa, viene a perdere ogni punto d'appoggio per la definizione dei gruppi organici. Ora uno dei progressi della biologia moderna è l'aver potuto mostrare sperimentalmente per diverse vie che i caratteri e le proprietà esistono realmente e che possono esser sottoposti ad un'elaborazione scientifica. Il De Vries per esempio, dedicando una parte della sua opera all'analisi della variabilità, potè dimostrare che le « vere specie » in natura conservano costantemente i loro caratteri, e che l'opinione che la variazione di un certo carattere in senso lineare (in qualsiasi direzione) sia illimitata, in modo da poter ottenere nel corso dei secoli o di millenni trasformazioni senza confronto più importanti che nel corso di pochi anni, è del tutto infondata. D'altra parte le specie elementari differiscono

per un complesso di caratteri e non già per un solo. Tali caratteri poi non sono trasmessi ai discendenti come un tutto unico; il che del resto è confermato per altra via dalle cosiddette leggi del Mendel riferentisi all'eredità.

La vita, si può conchiudere, si realizza fondamentalmente per mezzo degli individui, ma per gli individui in quanto forniti di certe proprietà o attitudini, onde poi si costituiscono i gruppi aventi un determinato valore. Ecco che gl'individui e le specie sono in un certo senso i due poli intorno a cui si svolgono i fenomeni vitali. Solo tenendo questo presente si può capire come all'interesse per la conservazione e per il benessere dell'individuo, spesso vada congiunto l'interesse per la conservazione e il benessere della specie, e come per di più vi siano casi in cui l'interesse per la specie si trovi preferito a quello per l'individuo (vi sono esseri viventi che pagano con la vita la propagazione della specie). Se da un certo punto di vista gl'individui figurano come fini, da un altro punto di vista, hanno valore di mezzi per il conseguimento del bene della specie. Il fatto è che il bene della specie non è che un aspetto di quello dell'individuo; l'un bene è complemento dell'altro.

Si parla spesso del bene dell'individuo, del bene della specie ed anche dell'un bene come contrapposto all'altro, ma una tale maniera di parlare non può avere che un valore figurato. Ciascun essere vivente, agendo, non ha la rappresentazione di alcun bene da conseguire, come non ha la rappresentazione di sè o della specie a cui appartiene. L'essere vivente dispiega la propria attività in certe direzioni, perchè fornito di certe tendenze, attitudini o capacità che si vogliano dire, senza avere il proposito di conseguire alcun bene, riferentesi a sè o ad altri. Solo a chi contempla dal di fuori il comportamento degli esseri viventi, può sembrare che questi agiscano, avendo di mira il conseguimento di un certo scopo. Il comportamento degli esseri viventi va determinato e descritto, quale risulta dall'osservazione diretta dei loro atti, e non già quale può essere ricostruito in base alla proiezione che può esser fatta del proprio stato d'anima nell'essere vivente contemplato. Ora quel che risulta dall'osservazione è il diverso modo di comportarsi dei soggetti sottoposti ad esame in determinate circostanze; ma tale diversità di comportamento non può esser messa in rapporto con la rappresentazione che si abbia di un bene piuttosto che di un altro, bensì solo coi differenti impulsi o tendenze che volta a volta riescono a prevalere. Non è a dire dunque che in un certo mo-

mento l'interesse per la specie prevalga di fronte a quello per l'individuo. L'individuo agisce sempre per soddisfare determinati bisogni della sua natura; solo che tali bisogni a seconda delle circostanze possono condurre a risultati profondamente differenti fra loro, senza che questi sieno in anticipazione rappresentati, o, che rappresentati, abbiano l'ufficio di determinare la condotta in un certo momento.

Non è a parlare di opposizione tra individuo e specie, giacchè normalmente individuo e specie s'integrano tra loro; ogni individuo è tale in quanto fa parte di una specie, e viceversa la specie è tale in quanto comprende un certo numero di individui. È a parlare piuttosto di contrasto, o, meglio, di differenza profonda tra le varie tendenze costitutive sempre dell'individualità organica. Vi sono tendenze o interessi che non oltrepassano la sfera dell'individuo in cui tali tendenze si determinano, e ve ne sono altre che questa sfera oltrepassano. Ma tanto le une che le altre hanno radice nell'individuo; la differenza è solo nei termini, a cui son rivolti gli atti; termini che, lo ripetiamo, non sono in alcuna maniera rappresentati o mentalmente anticipati.

Comunque, la specie ha speciale importanza in biologia perchè è fondata sulla considerazione di particolari rapporti esistenti tra le forme viventi. Il fatto fondamentale da cui si muove — e che del resto è un dato dell'esperienza comune quotidiana — è che un animale o una pianta qualsiasi non si riscontrano mai isolati: si riscontrano sempre parecchi individui più o meno simili fra loro. E l'uomo dal momento in cui cominciò a guardarsi intorno e a considerare i vari oggetti che veniva percependo fu in grado di distinguere e di riconoscere gli esseri viventi che più abitualmente osservava, notandone le somiglianze e le differenze. Del resto gli stessi animali riconoscono le specie di animali e di piante con cui di solito sono in rapporto. Il gatto riconosce e caccia i topi, come suol dirsi, per istinto; l'ape non appena può volare va direttamente su certi fiori. Parimenti gli animali di una stessa specie si riconoscono fra loro; e le formiche riconoscono perfino gl'individui appartenenti al proprio formicaio.

Si capisce perfettamente come nell'uomo l'abitudine di ordinare insieme gli esseri viventi simili fra loro, mettendone in rilievo i caratteri, e raccogliendoli sotto un nome comune, dovesse cominciare molto presto; solo che il concetto primitivo di specie e degli altri aggruppamenti non poteva essere nè adeguato, nè preciso. È da meravi-

gliarsi piuttosto che si diano dei casi in cui la classificazione che potremo dire *intuitiva* fatta dall'uomo rozzo e incolto si trova coincidere in una certa misura con la classificazione fatta posteriormente dagli scienziati. Non vi ha dubbio però che la sistematica suppone una conoscenza estesa e profonda degli organismi che poteva esser ottenuta solo col raffinamento dei metodi di ricerca.

Bisogna arrivare a Linneo per trovare l'inizio della trattazione scientifica in tale direzione: le descrizioni spesso scultorie e la nomenclatura precisa del grande svedese rappresentano la fase conclusiva della primitiva sistematica e l'inizio di quella moderna. Prima di Linneo la maggiore importanza era attribuita ai gruppi più estesi e quindi più lontani fra loro, i quali erano più facilmente caratterizzabili. Entro ciascuno di tali gruppi (*generi linneani*) si trovavano racchiusi poi altri gruppi, che costituivano le specie. Linneo convinto della costanza dei caratteri dei gruppi costituenti le specie elevò queste ultime al grado che prima avevano i generi, enunciando l'aforisma: *Species tot numeramus quot diversae formae in principio creatae sunt*. Le specie furono dichiarate immutabili, fisse, ed assursero al valore di entità create da Dio. Contemporaneamente sorse la *nomenclatura binomica*, in cui il primo nome indicava il genere a cui la specie indicata dal secondo nome apparteneva. Linneo non solo ordinò e rese facilmente riconoscibili moltissime forme viventi, ma fu il primo ad ammettere l'esistenza di gruppi naturali (specie): *naturae opus est species*.

A misura che le conoscenze intorno ai varii gruppi di esseri viventi si andarono estendendo ed approfondendo, dovettero sorgere dei dubbi circa la realtà delle specie come erano concepite da Linneo, e circa la loro fissità. Si constatò anzitutto che quanto più numerosi erano gli esemplari di una specie — o delle specie di un genere — sottoposti ad esame, tanto più facilmente accadeva d'imbattersi in forme dubbie ed intermedie. D'altra parte si cominciò ad aver coscienza di non disporre di criterii sicuri per il riconoscimento dei gruppi. I criteri del grado di somiglianza — e di differenza —, della costanza dei caratteri, e quello della discendenza da una sola coppia d'individui parve che poggiassero su basi non sufficientemente solide. Se una medesima specie potè originarsi contemporaneamente in diversi luoghi, notava a tal proposito l'Agassiz, non è possibile ammettere il legame di una stessa discendenza tra i primi rappresentanti della specie.

Il domma linneano dell'immutabilità o fissità della specie si rivelò d'altra parte insostenibile dopo lo studio dei fossili, da cui resultava che sulla terra nelle varie epoche geologiche erano esistite faune e flore del tutto differenti. Solo nelle formazioni geologiche più recenti si riscontravano forme affini a quelle constatabili al presente. Sorse così l'idea che nuove forme organiche si fossero andate originando durante la costituzione della crosta terrestre.

È noto come la tesi della mutabilità delle specie rappresenti una delle pietre angolari dell'edificio trasformistico. Da tal punto di vista i gradi di somiglianza degli esseri viventi sarebbero da considerare espressione del grado di loro parentela. La « scala zoologica » avrebbe il valore di « albero genealogico ». Alle successive creazioni *ex novo* ammesse dal Cuvier per dar ragione dei profondi mutamenti subìti dalla fauna e dalla flora nelle successive epoche geologiche, si sostituisce la graduale evoluzione mediante il passaggio da una forma all'altra. Per il Darwin le varietà sono specie in formazione, le specie generi in formazione e così via. I diversi aggruppamenti degli organismi non avrebbero un fondamento nella realtà, ma sarebbero stabiliti più o meno arbitrariamente e artificiosamente. Si passa così dal concetto della fissità o immutabilità delle specie a quello del loro continuo fluire: da un estremo si va all'altro.

Senonchè è facile osservare che, destituite le specie, e quindi le varie forme di ordinamento degli esseri viventi, di ogni valore di realtà, la sistematica viene come a perdere ogni consistenza, e la stessa indagine evolutiva nel senso darwiniano appare sfornita in gran parte del suo significato. Una volta che non è possibile bene intendersi sui limiti di estensione di un gruppo, non si vede come possano essere riconosciuti i mutamenti in tale estensione. Le varietà sono specie incipienti, si dice; ma perchè tale affermazione abbia veramente senso bisogna che si sappia precisamente che cos'è una varietà e che cosa è una specie. Per poter discutere del valore e dell'origine delle categorie, in cui vengono allogati gli esseri viventi, è necessario intendersi sul significato delle categorie, se non si vuole che la discussione divenga inutile, assumendo il mondo organico l'apparenza di caos.

Il fatto è che in tutta l'opera del Darwin e dei suoi continuatori è implicitamente ammessa l'esistenza di *gruppi naturali*, se anche da alcuni è sostenuto che essi non sono rigorosamente determinabili. E

come si potrebbe fare altrimenti? Qualsiasi forma di ordinamento suppone la determinazione dei gruppi da ordinare. Ed ecco che devono esser distinti i gruppi naturali o reali e i gruppi puramente convenzionali (fondati su caratteri mutevoli, incostanti, e arbitrariamente scelti). Il Darwin attribuì valore differente ai vari caratteri degli individui e dei loro gruppi; ora tale differenza di valore non può esser messa in relazione che col loro diverso fondamento obbiettivo.

La questione dell'esistenza della specie — ecco quello che si può conchiudere — non può essere identificata o confusa con l'altra dell'origine di essa. Dal fatto che è necessario porre a base di qualsiasi ordinamento di esseri viventi l'esistenza di gruppi naturali, non può esser tratta alcuna conseguenza circa la loro fissità o immutabilità, come non può esser tratta alcuna conseguenza circa la loro origine. Il Weismann stesso, il capo del neo-darwinismo, dovette riconoscere che il concetto di specie è in un certo senso pienamente giustificato. Noi constatiamo in certe epoche un dissolvimento della forma che si trova fissata come specie (la specie diviene variabile). Ben presto però ogni confusione e incertezza cessa; una certa forma si rende stabile; e quindi una nuova specie ha origine. Essa poi per una lunga serie di generazioni permane fino a che s'inizia un nuovo periodo di oscillazione e quindi di trasformazione. Il Weismann in conseguenza fu indotto a considerare le specie come implicanti un *complesso di adattamenti*, dei quali alcuni di data molto remota ed altri di acquisto recente; complesso di adattamenti, che avrebbe potuto essere differente se si fosse andato determinando in condizioni diverse di vita.

Come si vede, da una parte è affermata l'esistenza della specie come gruppo naturale, e dall'altra è ammesso che essa si vien costituendo nel tempo e in determinate condizioni. La specie, una volta costituita, — in qualunque modo ciò avvenga — si presenta con note definite, appunto perchè ha un fondamento nella realtà. Se la specie non è fissa, immutabile, *creata una volta per sempre*, non è neanche il risultato di una convenzione più o meno arbitraria.

Al presente il criterio, per distinguere la esistenza di una specie quale gruppo naturale biologico, è posto da taluni nella maggior frequenza con cui sono constatabili certi caratteri in confronto di altri — in determinate condizioni —, e quindi nel numero maggiore di

individui in cui gli stessi caratteri sono constatabili.[1] Fra le molteplici variazioni osservabili negli esseri viventi, ve ne sono alcune che non mostrano di avere alcun centro di gravitazione e ve ne sono altre che tale centro mostrano di avere. Le prime sono destinate alla costituzione di gruppi artificiali, mentre le altre a quella dei gruppi naturali. La determinazione dei gruppi naturali da tal punto di vista diverrebbe possibile solo quando fosse conosciuto il valore medio di un carattere e magari fosse esprimibile con un numero. Per ottenere tale valore medio, bisognerebbe però poter esaminare tutti gli individui di un certo gruppo, perchè solo così potrebbe esser conosciuta la esatta ripartizione degli individui intorno a tale valore. Ma poichè ciò non è possibile, sorge la necessità di ricercare se vi sia un mezzo di considerare in determinate condizioni una raccolta limitata come *rappresentativa* della totalità degli individui di un certo gruppo (di un gruppo avente certi caratteri del cui valore si tratta di rendersi conto). Precisando il rapporto in cui il numero dei casi osservati si trova col numero delle variazioni, e col numero esprimente la distanza a cui le stesse variazioni si trovano tra loro, si può ben determinare il valore medio di un certo carattere. Un numero determinato di casi può avere così il valore della totalità dei casi osservabili e può esserne considerato rappresentativo.

Dalle considerazioni precedenti risulta che le variazioni individuali lungi dal poter essere considerate, come accade d'ordinario, il punto di partenza o il punto d'origine del processo di trasformazione della specie, corrispondono spesso ai *modi di assestamento* nella formazione dei gruppi. Le variazioni figurerebbero come deviazione dal tipo medio; deviazioni che sono necessariamente in rapporto con gl'influssi agenti sugl'individui. Finchè le condizioni di vita dei gruppi non mutano, non può mutare il valore medio delle differenze individuali nè l'ampiezza delle loro oscillazioni. La trasformazione del tipo avverrebbe sempre per l'azione reciproca (diretta o indiretta) che gli organismi e il mondo esterno esercitano tra loro, e non già per selezione di caratteri preesistenti.

---

[1] Vedi RAFFAELE, *La nozione di specie*, in *Scientia*, 1907.

XX.

IL TRASFORMISMO.

Uno dei fatti più notevoli che si osservano nel mondo organico è la ricchezza, l'esuberanza delle forme, che esso riveste sulla terra. E la cosa si presenta tanto più sorprendente in quanto la moltepplicità e la varietà degli organismi che popolano al presente la superficie del globo può essere messa in relazione con le numerose specie estinte durante il corso delle età, e i cui vestigi si conservano negli strati terrestri. I naturalisti per molto tempo si limitarono a descrivere le grandiose manifestazioni della vita, a classificarle e a studiarne la ripartizione nel tempo e nello spazio. A misura che le ricerche di morfologia comparata, estendendosi, vennero assumendo sempre maggiore importanza, dovettero mettere in luce le somiglianze e i riscontri, che è possibile constatare tra i vari gruppi di animali o di piante. Ed ecco che alla stessa maniera che si credette di poter spiegare coll'azione delle forze fisiche i diversi aspetti che il globo terrestre assunse nel corso delle età, si credette di poter dar ragione della differenziazione progressiva degli esseri viventi durante i periodi geologici, riferendosi alle cause o forze constatabili nell'esperienza attuale, non tenendo conto delle differenze esistenti, tra ciò che accade al presente e ciò che dovette accadere in passato. Certo i due problemi, quello cosmofisico e quello biologico, non presentano eguali difficoltà, data la complessità dei fatti da spiegare nell'ultimo caso, ma in ogni modo, nella sfera biologica l'applicazione del principio evolutivo potè essere agevolata dalle corrispondenze che esistono tra lo sviluppo quale si può osservare nell'individuo e la trasformazione che si presume abbia avuto luogo nei gruppi. Possiamo dire che in nessuna sezione della realtà l'idea evolutiva è suggerita, per alcuni rispetti, con tanta forza dalle cose stesse, *ipsis rebus,* come nel mondo organico.

Quando si pensa che la nozione di sviluppo dovette essere attinta primitivamente dalla considerazione della maniera in cui l'essere

vivente singolo viene assumendo la propria forma specifica, passando per una serie di stadi, si capisce come nel campo biologico dovesse sembrare possibile ammettere l'evoluzione quasi come dato di fatto. È un dato della esperienza comune che la più parte degli animali o delle piante hanno origine da quelli che sono detti germi e che sono niente più che uova fecondate. La teoria biologica della discendenza non fa in fondo che estendere il principio evolutivo quale è constatato nell'individuo, all'origine e alla formazione delle varie specie vegetali ed animali. Da tal punto di vista non è soltanto l'individuo, che ha la sua storia, che sembra anzi il prodotto di essa, ma le specie, come tutti gli altri gruppi, si sono andate costituendo attraverso il tempo. Una evoluzione di tal fatta, com'è facile capire, dovette richiedere tempo lunghissimo sulla cui durata può essere anche non agevole intendersi (può andare dalla durata di centinaia a quella di migliaia e di milioni di anni).

La teoria della discendenza in ogni modo non può avere il valore di un fatto attinto direttamente dall'esperienza, ma il valore di una ipotesi o «costruzione» fatta dalla mente per la spiegazione di alcuni dati dell'esperienza. Le prove per varie vie raccolte non possono avere che il valore di prove «indiziarie» di un grado di maggiore o minore probabilità, ma non sono paragonabili alle prove che danno la certezza. In fondo la teoria figura piuttosto come esigenza imperiosa determinata dalle conoscenze odierne nel campo della biologia che come una verità realmente dimostrata. L'idea generale della discendenza delle forme organiche le une dalle altre ha il suo punto di origine, come abbiamo detto, in un'analogia. Alla stessa maniera che ciascun organismo elevato, sia vegetale che animale, si va svolgendo si può dire sotto i nostri occhi da un germe o da un seme (uovo fecondato), così si pensa che sul nostro pianeta da organismi monocellulari si dovettero originare nel corso di milioni di anni le molte forme viventi al presente osservabili sulla terra.

Del resto l'idea che il mondo della vita fosse da considerare nella sua unità e che le forme organiche si fossero generate le une dalle altre nel corso dei secoli non è da considerare una novità del nostro tempo. Oltrechè essa era balenata alla mente degli antichi pensatori greci, costituisce uno dei motivi dominanti in alcune costruzioni metafisiche succedutesi dal rinascimento in poi. Essa si trova soprattutto enunciata con sufficiente perspicuità da parecchi pensa-

tori vissuti alla fine del secolo XVIII e nel primo terzo del XIX. Basterà ricordare i nomi di Erasmo Darwin, di Göthe, di Geoffroy Saint-Hilaire e dei seguaci del romanticismo filosofico tedesco. Vi è però uno scienziato che merita particolarmente di esser menzionato ed è il Lamarck, il quale ha un'importanza speciale non tanto per l'azione che egli con la sua opera — *La philosophie zoologique* — esercitò nel campo della cultura e più propriamente nel campo degli studi biologici, quanto per la posizione che venne a occupare di fronte a Darwin e più di fronte ai prosecutori dell'opera darwiniana. Per un verso egli escluse ogni intervento miracoloso nella formazione degli esseri viventi, riferendosi per la spiegazione delle trasformazioni organiche a *cause naturali* (azione diretta dell'ambiente esterno, effetti dell'uso e non uso ecc.) e per l'altro egli offrì quelli che potremmo dire i « motivi » per il proseguimento e il perfezionamento dell'edificio darwiniano. Il neolomarckismo finì per contribuire potentemente — anche per effetto di contrasto — a determinare l'ulteriore svolgimento del trasformismo biologico, ravvivandone lo spirito e correggendone molte affermazioni.

Al Darwin però spetta il merito di aver considerato l'evoluzione biologica da un particolare punto di vista avendo elevato la propria costruzione sistematica sopra una larga base di osservazioni e di deduzioni, talvolta rigorose, dai fatti. I biologi precedenti si erano fondati quasi esclusivamente sulla considerazione dei dati forniti dalla morfologia comparata e dalla sistematica, ma da dati di tal fatta non era agevole assurgere ad ipotesi che avessero valore generale e fondamentale circa l'origine delle specie. Dal fatto che certi gruppi di esseri viventi presentano numerosi caratteri di concordanza non è lecito inferire che derivino gli uni dagli altri o che si trovino collegati, comunque, per rapporti genealogici.

Da Carlo Darwin non è soltanto proclamata la possibilità della derivazione di una specie dall'altra, ma ne è mostrata la necessità nelle condizioni, che egli con la sua opera si assunse il compito di determinare. Il concetto della selezione naturale, che è il nerbo nel darwinismo, è ricavato dal fatto della selezione artificiale, dalla considerazione, cioè, dei procedimenti seguiti dagli allevatori e dagli orticultori per ottenere nuove razze, e nuove varietà, che in fondo dal punto di vista trasformistico non sono che « specie incipienti ». È noto che le razze domestiche si formano mediante la scelta delle variazioni naturali, che si riscontrano negli organismi; variazioni che, accumu-

landosi, sono trasmesse di generazione in generazione. La differenza tra la selezione artificiale e quella naturale è in questo, che quella artificiale è fatta dall'uomo per il conseguimento dei propri scopi — il proprio piacere o il proprio utile —, mentre la selezione naturale si compie, potremmo dire, automaticamente o per una «necessità fisica». Dal momento che gli individui presentano certe variazioni, e che d'altra parte, nascendo, non trovano sempre le condizioni necessarie per conservarsi in vita e per prosperare, sono costretti a lottare (a farsi tra loro concorrenza): quelli che hanno la fortuna di nascere con caratteri rispondenti alle esigenze dell'ambiente finiscono per prevalere su quelli che non sono forniti degli stessi caratteri o ne sono forniti in grado minore. Quando questi ultimi non trovano modo di adattarsi a condizioni nuove, variando in particolari direzioni, o accentuando certi loro caratteri di cui per caso si trovano forniti (*processo di divergenza dei caratteri*), vengono a scomparire, essendo sostituiti da altri più fortunati.

Il processo della evoluzione, si capisce, è sospeso alla condizione che le variazioni utili, o meglio le variazioni utilizzabili, si possano accumulare per mezzo dell'eredità, come è sospeso all'altra condizione che rimanga sostanzialmente immutato l'ambiente. La selezione poi è fatta dalla natura in base alla sproporzione esistente tra gli individui che hanno bisogno di certi mezzi di sussistenza e questi stessi mezzi (gli individui crescono e si moltiplicano in proporzione geometrica, mentre le risorse possono crescere solo in proporzione aritmetica). Il processo di diversificazione (di formazione di nuove specie) naturalmente si va accentuando col tempo.

La grande fecondità degli esseri viventi, la limitazione dei mezzi di sussistenza, la lotta per l'esistenza che inevitabilmente ne consegue, il vantaggio derivante ad alcuni individui per il possesso di certi caratteri, o attitudini, il consolidamento e l'accumulo degli stessi caratteri per mezzo della trasmissione ereditaria insino a che dapprima le varietà e poi le specie si sono formate — questi dunque sono i fatti, su cui fu eretta la costruzione darwiniana. Tutto questo complesso di fatti costituisce il significato della *selezione naturale*. Tale espressione rappresenta il riassunto dei processi svolgentisi nella natura nelle condizioni indicate. Importa ora determinare esattamente la portata dei fatti e quindi il valore della selezione, che, come s'è detto, è assunta a principio di spiegazione di tutta l'evoluzione organica.

La prima osservazione da fare è che la selezione naturale in quanto principio della sopravvivenza del più adatto suppone l'esistenza delle variazioni che formano appunto la materia della scelta. La selezione naturale non ha e non può avere l'ufficio di creare il nuovo, ma soltanto quello di metterlo in valore, supponendolo in qualche modo già esistente. Quale sia la natura e l'origine del nuovo, dev'esser ricercato. Quel che si può notare qui è che il nuovo è messo in valore in sostanza mediante l'eliminazione di ciò che risulta non adatto in determinate condizioni. Delle molte variazioni, che possono presentare gli esseri viventi, solo quelle che per qualche rispetto risultano vantaggiose sono conservate, mentre le altre finiscono per scomparire. Da tal punto di vista la selezione si rivela processo essenzialmente sussidiario o secondario dell'evoluzione, non già fattore primario. La sopravvivenza del più adatto non spiega l'origine di esso. Il Darwin stesso che prima aveva lasciato quasi potremmo dire nell'ombra l'argomento della variabilità, in seguito mostrò di rendersi conto dell'importanza di esso, tornandovi sopra a varie riprese e dedicandovi una delle sue opere più voluminose.

Comunque, il fatto della variabilità figura come il *primum movens* del processo evolutivo. E si badi, non si tratta di cercare una spiegazione delle variazioni in genere, bensì delle variazioni che possono essere in qualche modo vantaggiose agli organismi che le presentano. Il Darwin e i primi prosecutori della sua opera assunsero le variazioni minime come materia di selezione, senza riflettere che le variazioni per riuscire veramente utili devono aver raggiunto un determinato grado nel loro sviluppo, come del resto non si pensò che le variazioni di un organo o di un tessuto devono trovarsi connesse con variazioni di vari organi e tessuti (variazioni correlative) che concorrono ad un'unica funzione. D'altra parte le variazioni, per poter contribuire efficacemente all'evoluzione organica, devono poter crescere e *accumularsi* mediante la trasmissione ereditaria. Qui, come si vede, il problema della variabilità si trova intrecciato con quello dell'ereditarietà e specialmente della ereditarietà dei caratteri acquisiti. Ma l'un problema non è meno complesso ed oscuro dell'altro. I fatti di variabilità e di eredità non possono essere assunti senz'altro come fatti certi e per sè chiari senza fare certe distinzioni, che pure s'impongono alla considerazione di chiunque prende a riflettere su di essi.

È notevole poi che il Darwin, mentre nelle prime edizioni della

sua opera sull'origine delle specie (1859) aveva insistito soprattutto sull'azione esercitata dall'ambiente fisico nel determinare le variazioni, in un tempo posteriore, nelle successive edizioni della sua opera, mostrò di dare importanza ad una nuova causa di variazione, a quella che potremmo dire « forza intrinseca » all'organismo. È ammessa una « variabilità spontanea », vale a dire una tendenza originaria a produrre nuove variazioni. È affermato bensì sempre il concorso dell'ambiente fisico alla determinazione delle variazioni organiche, ma dal fatto che variazioni simili si possono constatare in ambienti differenti e varietà dissimili si possono riscontrare in un medesimo ambiente, si deduce che vi sono variazioni aventi il loro fondamento ultimo nella natura propria dell'organismo. L'influenza dell'ambiente esterno è ritenuta di valore subordinato in confronto all'attività, che può esser dispiegata dall'organismo. E sembra che se il Darwin si rifiutò di accettare l'idea espressa dal Nägeli e dal Miwart, dell'*esistenza di una tendenza innata all'evoluzione organica progressiva*, fu perchè temette che di là dalla tendenza alla pura variabilità fosse postulata un'entità metafisica oltrepassante l'esperienza. Il Darwin ammise bene nell'organismo una tendenza a variare, ma rifuggì dal concepire tale tendenza come avente il suo punto d'origine in un'entità *sui generis*. In ogni modo quel che risulta chiaro è che ricercando l'origine delle variazioni non si può fare a meno d'invocare il fattore interno all'organismo, una volta che l'azione dell'ambiente esterno, quando esiste, assume carattere e valore differente appunto in rapporto all'organismo in cui si esplica.

Dal punto di vista darwinistico infine è ammessa una variabilità indefinita in quanto l'organismo è concepito come assolutamente plastico, ma s'intende agevolmente che solo a condizione che la variabilità si esplichi in certe direzioni piuttosto che in altre (variabilità definita) si può giungere alla determinazione del più adatto in confronto del meno adatto. Non si vede come potrebbe realizzarsi una qualsiasi forma di adattamento, quando le variazioni si avvicendassero nelle maniere più inattese e capricciose. Del resto sappiamo che ogni specie tende a produrre varietà limitate sia nel numero che nella qualità. Solo in tale supposto diviene comprensibile l'azione della concorrenza, la quale ha per effetto di favorire lo sviluppo di certe determinazioni specifiche e di arrestarne altre (la balena, poniamo, non varia nel senso di coprirsi di piume e l'uccello non dà origine a formazioni analoghe alle ossa della balena).

Dalle osservazioni precedenti risulta che le tesi fondamentali del darwinismo trasformistico possono essere al presente accettate solo a condizione che siano soggette a revisione, a correzione e siano adeguatamente integrate nel loro significato. In fondo la selezione naturale non ha il valore di un potere speciale che si eserciti in determinate condizioni, ma rappresenta il risultato di un processo, vale a dire il fatto della sopravvivenza di certe forme capaci di trionfare nella lotta per l'esistenza. Non si tratta di un principio di spiegazione dei fatti, ma di un termine esprimente il comportamento degli esseri viventi in certe condizioni.

Il darwinismo da un certo punto di vista esprime niente più che il fatto che qualunque essere si conserva in vita finchè durano le condizioni che ne rendono possibile l'esistenza (esiste finchè può esistere). Ora un tale enunciato può sembrare financo una tautologia: quando non sia integrato col concetto che gli esseri viventi non si trovano adattati alle loro condizioni di esistenza per l'azione dei fini o delle cause finali, bensì in conseguenza di un processo di scelta indiretta per cui gli esseri forniti di determinati caratteri sono conservati, mentre gli altri sono eliminati. L'incontro *fortuito* del possesso di certi caratteri (possesso non determinato dalle medesime cause che valgono ad assicurarne la conservazione) col fatto di corrispondere alle esigenze dell'ambiente costituisce il tratto caratteristico del darwinismo. Tale tratto caratteristico ne mette bene in luce la debolezza e l'insufficienza.

Il darwinismo agì potentemente sulla cultura del sec. XIX, perchè corrispondeva a peculiari tendenze di tale periodo — la tendenza ad escludere qualsiasi veduta finalistica, col sostituire l'idea della combinazione fortuita a quella di un governo razionale del mondo, la tendenza a respingere qualsiasi nozione, che oltrepassasse l'esperienza sensibile, la tendenza a preferire una forma di dogmatismo naturalistico o materialistico addirittura, ad ogni orientamento spiritualistico. L'indeterminatezza di certi concetti, come quello della lotta per l'esistenza, dell'adattamento, del trionfo del più atto, rese possibile l'applicazione dei principii darwiniani ai varii campi della realtà naturale ed umana. Ovunque si poteva constatare l'esistenza di squilibrio e lotta tra gli elementi o fattori della realtà e successiva vittoria di quelli tra essi che disponevano di risorse di cui gli altri mancavano; dovunque si constatava il trionfo di certi elementi in

competizione con altri elementi, si credeva di poter senz'altro applicare i concetti darwiniani, i quali poi avevano in fondo un valore puramente formale. Con tali considerazioni si spiega certamente una parte della fortuna primitiva del darwinismo. D'altra parte il darwinismo, enunciando tesi riferentisi all'origine degli esseri nel mondo, non poteva non suscitare il più vivo interesse dal punto di vista filosofico e religioso.

Comunque, quel che importa a noi notare qui è che tale teoria contribuì potentemente al progresso e alla diffusione delle conoscenze biologiche, suscitando le più calde adesioni da una parte e le più vive opposizioni dall'altra. Le due schiere degli aderenti e degli oppositori, combattendosi col maggior ardore e con la più viva passione, aprirono nuove vie all'indagine biologica. Le ricerche che a principio potettero essere provocate dal desiderio o dal bisogno di oppugnare certe tesi, in seguito furono proseguite e recarono i più notevoli e copiosi frutti per sè considerate, prescindendo da qualsiasi intento polemico. Anche in tal caso si può parlare, se si vuole, di eterogenesi dei fini. In ogni modo i risultati scientifici che via via erano conseguiti, se potevano avere il valore di prove indiziarie che, secondo i casi, deponessero per la verità o per la falsità della teoria, avevano sempre per effetto di estendere l'orizzonte nel campo della biologia, agevolando la scoperta di nuovi fatti e facendo sorgere nuove esigenze.

Oggi ogni ricerca intorno alla fortuna del darwinismo, se sostanzialmente non può avere che importanza dal punto di vista storico, può valere in ogni modo a segnare la linea, secondo cui si è compiuto e tuttora si compie lo svolgimento della biologia ai nostri tempi. Molte delle posizioni primitivamente occupate dai darwiniani dovettero essere abbandonate, ma dalla lotta l'idea evoluzionistica finì per uscirne rafforzata. Se il vero e proprio darwinismo potè esser combattuto spesso con fortuna, il trasformismo andò assumendo sempre più il valore di principio regolativo, di mezzo di orientamento nelle varie scienze biologiche. A misura che le scienze che hanno per oggetto la ricostruzione storica degli esseri viventi, la paleontologia e l'embriologia, hanno fatto maggiori progressi, hanno dimostrato la necessità di mantener ben distinta la concezione evolutiva da quella strettamente darwiniana. Tutto porta a credere che la selezione naturale, con tutte le idee sussidiarie escogitate, non può avere il valore di un vero principio di spiegazione dei fenomeni biologici, ma d'altra parte

tutto tende a dimostrare che dell'idea storico-evolutiva non è possibile fare a meno nello studio degli esseri viventi.

Sono ormai noti i risultati delle ricerche paleontologiche con tanto fervore compiute. Esse dimostrano che gli esseri viventi non comparvero sulla terra tutti contemporaneamente, ma certe forme comparvero dopo di altre. Tra le une e le altre anzi dovette decorrere un periodo di tempo talvolta lunghissimo che è da valutare a migliaia di secoli.[1] Quel che si può osservare è che le piante e gli animali viventi attualmente sembra che provengano da specie e da generi esistiti durante il periodo terziario. In ogni modo sulla prima origine dei tipi animali e di quelli vegetali siamo perfettamente all'oscuro, come del resto siamo all'oscuro intorno all'esistenza delle più antiche specie animali e vegetali, perchè i resti dovettero andar perduti in seguito alle alterazioni subite dagli strati terrestri. Come si vede, le prove indiziarie offerte dalla paleontologia, se hanno già un valore, molto limitato, quando siano recate in sostegno della tesi trasformistica

---

[1] Nell'êra più antica, la *primaria*, noi troviamo rappresentati dapprima i *protozoi*, ai quali succedono i policellulari più bassi, *idromeduse* e *coralli*. Vengono in seguito i *molluschi*, i *vermi*, gli *artropodi*: successivamente appaiono i primi vertebrati, i *pesci*. Sul finire dell'êra i *batraci* appaiono e si diffondono ed anche i *rettili* fanno la loro timida apparizione. Tra i vegetali si trovano dapprima le crittogame inferiori, le alghe: poi vengono le *crittogame superiori*, alcune delle quali, le felci, per esempio, acquistano dimensioni arboree. Cominciano più tardi le *fanerogame inferiori*, «conifere», «cicadee».

L'êra secondaria si apre col regno dei *batraci* e ad esso succede quello dei *rettili*. Sul finire dell'êra compaiono i primi *uccelli*, esseri strani, che hanno la coda e i denti dei rettili, le penne e le ali degli uccelli. Ed anche i *mammiferi* sono rappresentati dai *monotremi* e dai *marsupiali*. Quanto alla flora, le *crittogame arborescenti* scompaiono. Si moltiplicano in loro vece le *fanerogame gimnosperme, cicadee* e *conifere*. Nel periodo cretaceo compaiono le *dicotiledoni angiosperme*, leguminose, magnolie, palme, pioppi.

Nell'*êra terziaria* le piante *dicotiledoni angiosperme* si diffondono ovunque. Gli *uccelli* e i *mammiferi* divengono sempre più numerosi e sempre più si accostano per i loro caratteri a quelli dei tempi nostri. In questa êra si trovano gli stipiti delle famiglie oggi viventi. Così negli *anaploteri* e *paleoteri* sono riconosciuti gli antenati dei pachidermi e dei ruminanti; nei *dinoceras* e nei *dinoterii* gli antenati degli odierni *proboscidei*: nelle varie specie di *hipparion* e di *hippi* gli avi del nostro cavallo. Sul finire di questa êra appaiono i *primati*, le *scimmie*.

Nell'*êra quaternaria* i tipi vegetali ed animali primitivamente esistenti cedono a poco a poco il posto a quelli attuali: si estinguono per esempio l'*elephas antiquus*, il primigenius; i grandi carnivori spelei, *Ursus, Folis, Hyaena*, finiscono per essere sostituiti dalle specie oggi viventi. Ma soprattutto un essere nuovo s'insinua tra le altre specie; un essere nuovo che da umili principii è destinato a divenire signore del mondo: un essere che saprà rinunziare alla forza dei muscoli per conquistare quella dell'intelligenza.

in generale, non ne hanno alcuno per una particolare interpretazione della stessa tesi trasformistica.

Di tutti gli argomenti recati in sostegno della tesi evoluzionistica uno dei più forti fu sempre ritenuto quello tratto dai dati dell'embriologia. Il processo dello sviluppo individuale per cui si passa da una forma tanto semplice qual'è l'uovo fecondato, o anche la spora, alla costituzione di una nuova individualità organica, è fatto per sè tanto notevole che non poteva non suscitare l'interesse degli scienziati. Si pensò di trovarne la spiegazione nello sviluppo della specie. L'individuo nel suo sviluppo attraverserebbe fasi corrispondenti a quelle per cui dovette passare la specie nel processo della sua realizzazione. L'ontogenesi sarebbe da riguardare il riflesso della filogenesi. Solo che da tal punto di vita se l'embriologia ci può dare indicazioni molto vaghe e indeterminate sull'evoluzione della specie, non può fornire alcun elemento in sostegno di una particolare teoria evolutiva. Da una parte la corrispondenza esatta, tra le fasi di sviluppo dell'individuo e le fasi di sviluppo della specie non è affatto dimostrabile e dall'altra le cause dell'uno sviluppo — di quello ontogenetico — non possono essere messe in relazione con quelle dello sviluppo filogenetico, perchè d'ordine del tutto differente.

Non è possibile formarsi un concetto sufficientemente esatto dell'evoluzione delle forme organiche senza riferirsi alla distinzione che dev'esser fatta tra i caratteri *adattativi* e quelli *evolutivi*, la quale distinzione risponde in fondo a due specie di variazioni, le variazioni semplicemente *funzionali* e quelle *strutturali*. Queste ultime si riferiscono al tipo di costruzione dell'organismo e sono riconoscibili solo fondandosi su un complesso di considerazioni circa il posto che l'essere vivente occupa nella sistematica, e circa la sua storia; i caratteri di adattamento invece rispondono al modo di vivere che determinate condizioni esterne possono imporre all'essere vivente. Mentre certe concordanze di struttura fra le specie e i generi vegetali ed animali possono far pensare alla loro provenienza da una forma tipica unica, vi sono particolarità e determinazioni che sono riconducibili solo all'azione esercitata dall'ambiente e dalle abitudini di vita.

Ora quel che importa notare è che spesso è fatta confusione tra l'*evoluzione reale* di un gruppo di animali fossili e *la variazione funzionale di un organo*, in una serie di generi non aventi tra loro alcun rapporto di parentela diretta.

Così la filiazione degli equidi quale è da molti ammessa, lungi dal rispondere a un fatto reale sta a mostrare soltanto il modo in cui può esser concepito il passaggio da un piede tridattilo a un piede monodattilo di un ungulato, in vista dell'adattamento alla corsa, senza che possa gettar luce sull'origine paleontologica dei cavalli. Il Dépéret, citato dal Vialleton,[1] riferisce anche esempi analoghi, dai quali risulta la necessità di esser cauti nel conchiudere da una serie anatomica, anche ben fatta, a una serie filogenetica corrispondente.

Di fronte agli organi *variabili per adattamento funzionale*, vanno ammessi dunque quelli *a struttura relativamente fissa*, i quali naturalmente mostrano scarso potere di plasticità. Mentre gli organi adattativi possono presentarsi variabili in rapporto alle azioni dell'ambiente ed alle esigenze funzionali, gli organi a struttura fissa possono presentare un grado di maggiore o minore complicazione e insieme una modalità unica di funzionamento. Il più bell'esempio ci è offerto dall'occhio dei vertebrati. Se è certo che gli occhi degli anfibi sono inferiori a quelli degli uccelli e dell'uomo stesso per la funzione (acutezza) visiva, è parimente certo che la struttura non differisce sostanzialmente negli organi visivi dei diversi animali citati. Non possono dunque esser considerati gli occhi dei vertebrati inferiori come stato iniziale, che ha dovuto precedere necessariamente l'occhio più perfetto dei vertebrati superiori. Del pari non si ha alcuna indicazione circa l'esistenza di un occhio simile a quello dei vertebrati, in alcuno dei gruppi che sono presentati come loro progenitori. Haeckel stesso fu costretto a riconoscere che la paleontologia e l'anatomia comparata non forniscono alcun dato circa la filogenesi dell'occhio. Senza dubbio l'adattamento dell'occhio alle condizioni di vita nei differenti vertebrati implica differenze nelle parti accessorie, ma l'apparecchio diottrico e la retina sono dati fin dall'inizio e le loro variazioni non sono affatto paragonabili ai perfezionamenti graduali osservabili negli organi ad evoluzione progressiva (variazione adattativa). Parimenti — per citare un altro esempio — le branchie dei vertebrati offrono fino dall'inizio, tanto nelle forme inferiori quanto in quelle superiori, una uguale struttura; onde non è a parlare neanche in tal caso di sviluppo progressivo unilineare per adattamento.

Qui è necessario distinguere tra *divergenza* e *convergenza dei caratteri*: la derivazione delle varie specie (di un genere) da una forma

[1] Op. cit.

unica ci presenta per lo più il fenomeno della divergenza dei caratteri (processo di differenziazione); il fatto di dover rispondere a esigenze analoghe, imposte dalle circostanze di vita, ci presenta il fenomeno opposto della convergenza dei caratteri. Mentre la convergenza si trova di solito in rapporto all'azione di cause esterne, la divergenza, che risponde al periodo di formazione di nuove specie, corrisponde all'azione di cause evolutive interne.

Come si vede, non basta fermarsi a considerare certe somiglianze o concordanze tra forme, tra caratteri e tra funzioni per poter ricostruire la storia degli organismi: è necessario valutare le concordanze o le somiglianze e soprattutto è necessario determinare esattamente le cause delle stesse somiglianze e concordanze. Quando per esempio si possa dimostrare che le somiglianze di conformazione si sono andate determinando in un periodo relativamente recente, senza alcuna traccia in un periodo precedente (come accade per certe somiglianze delle foglie di certi gruppi di piante, delle piante *asclepiadee, euforbiacee* e *cactee*, le quali somiglianze non si riscontrano nelle forme corrispondenti nell'epoca terziaria), e per di più si possa dimostrare che accanto alle somiglianze si notano differenze di struttura della maggiore importanza, si deve parlare di semplice convergenza e non già dell'originarsi di forme nuove. Certe conformazioni nelle *euforbiacee*, nelle *cactee* e nelle *asclepiadee*, sono simili in quanto rispondono a determinate esigenze dell'ambiente (al bisogno di conservare il più che è possibile l'acqua di cui si può disporre, impedendo l'evaporazione).

D'altra parte importa osservare che lo sviluppo filogenetico spesso non può essere rappresentato mediante una serie ininterrotta di trasformazioni o di differenziazioni di una forma preesistente; ma mediante l'apparizione di organi nuovi che vengono a sostituire quelli preesistenti. La differenziazione così si compie a volte per mezzo della *permutazione* (trasferimento della funzione da una parte all'altra dell' organismo) e della *sostituzione* (sviluppo del sistema nervoso centrale secondo Edinger).[1]

---

[1] Lo sviluppo del sistema nervoso centrale offrirebbe il migliore esempio di una combinazione della *sostituzione* con la *permutazione*. L'Edinger (*Vorlesungen ueber den Bau der Nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere*, 6e Auflage, 1900, Leipzig, F. C. W. Vogel) dimostrò in modo sufficientemente chiaro come non si possa parlare di sviluppo semplice progressivo; parti isolate del cervello si trovano sviluppate ora più in un sito ora più in un altro;

Infine bisogna tener conto delle varie specie di correlazioni osservabili negli organismi. Delle cosiddette correlazioni organo-funzionali è facile dar ragione quando si ricordi l'osservazione su cui insistette Cuvier nel suo *Discours sur les révolutions du globe* (1830), che ogni organismo costituisce un « sistema », le cui parti si corrispondono tra loro e concorrono per azione reciproca al compimento delle funzioni istintive (apparecchio digerente di un animale carnivoro conformato per digerire la carne di cui si nutre, mascelle costruite per divorare la preda, arti per entrarne in possesso e sbranarla, denti per ridurla in parti; costituzione degli organi di movimento per inseguirla e prenderla; organi di senso per percepirla da lontano; e infine costituzione degli organi cerebrali perchè la tendenza, secondo i casi, di sapersi nascondere o di tendere tranelli possa avere esecuzione). Si tratta in tal caso di variazioni solidali, vale a dire coordinate tra loro in guisa da poter concorrere all'esplicazione di una forma di attività utile all' essere vivente, anche nelle condizioni più differenti.

Da quel che precede deriva dunque la necessità di distinguere tra due forme di variabilità la variabilità di adattamento e la variabilità evolutiva vera e propria; l'una variabilità tende ad assicurare le condizioni necessarie per la conservazione della vita, mentre l'altra tende a garantire il passaggio da forme di vita meno elevate a forme di vita più elevate. La variabilità evolutiva comprenderebbe appunto il complesso delle mutazioni dipendenti da cause intrinseche e inerenti all'organismo in quanto tale.

È merito di Ugo de Vries aver richiamato, con la sua *Teoria delle mutazioni* (1902), specialmente l'attenzione su tale forma di variabilità, compiendo molte ricerche sperimentali su alcune piante e so-

---

e tale differenza non dipenderebbe dalla *posizione filogenetica* dell'animale, ma dai bisogni propri di esso. Così i teleostei non hanno emisferi cerebrali, ma posseggono nel cervello medio e nel midollo allungato nodi più complicati di quelli che si riscontrano nei mammiferi. Il cervello medio dei vertebrati inferiori sembra subire un certo regresso in quanto una parte delle sue funzioni passa alla corteccia cerebrale, come appunto accade nei mammiferi. D'altra parte nell'uomo il grande sviluppo della corteccia e quello delle vie piramidali che ne deriva hanno per conseguenza una diminuzione del volume del midollo. Il cervello anteriore si sostituisce, fino a un certo punto, al midollo e ai centri encefalici inferiori, la cui struttura non è trasmessa immutata dagli animali inferiori agli animali superiori, bensì alquanto trasformata.

prattutto sull'*Oenothera lamarckiana* (specie americana da non molto tempo introdotta in Europa), dalle quali risulterebbe che, coltivando circa 20.000 piante e studiandone durante venticinque anni la discendenza, fu possibile assistere alla nascita di molteplici forme nuove (battezzate coi nomi di *Oenothera lata, brevistylis, nanella, latifolia, rubrinervis* ecc.). Ciò che è notevole è che ciascuna di tali forme sarebbe apparsa d'un tratto, manifestando dall'inizio una stabilità quasi assoluta. Considerando che tutti gli individui si trovavano in condizioni comparabili fra loro in guisa da poter tenerne conto, e che per di più ciascuno di essi si riproduceva per autofecondazione, se ne potè dedurre che l'*Oenothera* variasse per cause indipendenti dall'azione dell'ambiente esterno, come da ogni forma d'ibridismo. Il De Vries poi credette di poter asseverare che le sue osservazioni erano cadute nel periodo più propizio, quando cioè la specie si trovava nella condizione d'*instabilità*. Sarebbe vano ripetere, egli pensava, le stesse esperienze su individui che non si trovino nel *periodo critico*.

Lo studio delle differenti specie e varietà dell'Enothera condusse il De Vries a formulare parecchie leggi generali di mutabilità. 1ª Le nuove specie elementari appaiono bruscamente. 2ª Le nuove branche prendono origine e si sviluppano lateralmente rispetto al tronco principale (il cangiamento accade non in tutti gl'individui, ma soltanto sopra un piccolo numero, mentre la maggioranza rimane senza modificarsi e ripete tutti gli anni il tipo originario allo stato selvatico come allo stato di coltura). Non nasce un tipo nuovo per ogni località, ma parecchie nuove specie nello stesso tempo provengono da uno stesso stipite. 3ª Le nuove specie elementari divengono presto stabili (trasmettono i caratteri ai discendenti, indipendentemente da ogni influsso esterno). 4ª Tra le forme ottenute alcune sono specie elementari evidenti, altre solo varietà regressive. Le « specie elementari » si distinguono per l'acquisto di *qualità nuove*. Le variazioni possono essere progressive o regressive, secondo che si tratta di acquisto (o di risveglio) ovvero di perdita (*latenza*) di caratteri. 5ª Le specie elementari possono provenire da un gran numero di individui (possono prodursi nello stesso anno molte mutazioni che si ripetono per parecchie generazioni successive nello stesso senso). 6ª Le variazioni brusche forniscono soltanto le specie; mentre le variazioni *fluttuanti* gravitano sempre attorno ad una media. I discendenti della nuova specie presentano fluttuazioni intorno ad una nuova media che è quella della nuova specie. 7ª Le mutazioni si producono in differenti

direzioni. (Le mutazioni sorgono senza alcun rapporto coll'utilità di tale o tale carattere nuovo: in seguito la selezione naturale interviene per proteggere quelle che sono utili).

Il De Vries diede molta importanza alla selezione tra specie. Per essa alcune mutazioni soltanto persisterebbero mentre altre scomparirebbero. L'ambiente esterno agirebbe appunto mercè la selezione, determinando ciascun periodo di mutazione.

È noto come la teoria delle mutazioni, accolta a principio con entusiasmo, fu ben presto sottoposta a critica e fu anche aspramente combattuta. Noi non dobbiamo addentrarci nella discussione, perchè per noi l'opera del De Vries ha valore soprattutto per avere contribuito a porre in luce l'insufficienza delle teorie intorno all'origine delle specie per variazioni lente, continue e graduali e per aver insistito sulla tesi che le specie hanno in sè un principio di variabilità per cui sotto l'influsso di condizioni non perfettamente note, sono spinte a variare e a trasformarsi. L'evoluzione per variazioni brusche o discontinue (teoria delle mutazioni) ha il vantaggio di non esigere un tempo di migliaia o di milioni di secoli, come appunto accade del darwinismo e del lamarckismo, e perciò stesso viene ad eliminare l'obbiezione dell'assenza delle forme intermedie.

Si può concludere che anche da tal punto di vista dunque se il fatto dell'adattamento si riferisce prevalentemente alle modificazioni che subiscono gli organismi in seguito ad azioni esterne,[1] la variabilità evolutiva accenna al progresso delle forme organiche soprattutto mediante la divergenza e la novità dei caratteri. Ispirandosi poi a tale concetto è possibile la riduzione delle molteplici forme ad un numero sempre minore di tipi originari. Fin dove si può estendere un tale tentativo di riduzione e di semplificazione non si può dire. Certo a misura che vien fatto di unificare un maggior numero di rami si deve pensare che ci si avvicini a quel numero limitato di tronchi da cui dovettero germinare le diverse manifestazioni della vita nel regno vegetale e in quello animale sul nostro globo.

Si può pensare che la riduzione ad un numero limitato di forme originarie incontri minori difficoltà che non la riduzione ad un'unica forma. Il processo di elevazione a forme di vita più complicata e più differenziata dovette accadere per cause interiori e non già per azioni estrinseche; questo si può aggiungere. Le forze e gl'im-

---

1 Alle modificazioni che subiscono gli esseri viventi per conservarsi in vita e per presentare una certa stabilità.

pulsi, con qualunque termine vengano designati (*nisus, slancio vitale* ecc.), esprimono il fatto che, alla stessa maniera che l'organismo individuale non è concepibile come un puro risultato della combinazione di forze cieche e meccaniche, così il passaggio da forme inferiori a forme sempre più elevate non potette esser l'opera del caso o di combinazioni fortuite, ma dovette esser determinato da cause agenti per il conseguimento di effetti a cui non può non essere attribuito un incondizionato valore.

Dai progressi più recenti della biologia risulta chiara la grande importanza che è da attribuire all'idea evolutiva. L'idea di evoluzione, rispondendo ad uno degli aspetti fondamentali della vita, non poteva non rivelarsi molto feconda nell'interpretazione di gran parte dei fenomeni vitali. C'è evoluzione nelle strutture come nelle funzioni degli organismi; c'è evoluzione negli individui come nei gruppi. Quando poi si tenga conto del fatto che l'evoluzione può essere caratterizzata come processo di progressivo differenziamento e di integrazione, come processo di specificazione, o di complicazione, e insieme di unificazione, si vede come possa apparire, *prima facie*, giustificata financo l'affermazione che la vita è essenzialmente evoluzione. Solo che, dicendo questo, non si può intendere di dare una « spiegazione » vera e propria della vita, ma se ne dà solo una descrizione di carattere fenomenologico. La vita in fondo è la vita: è fatto ultimo da constatare quale ci si presenta negli esseri viventi esistenti sul nostro globo. Quando si parla di autonomia della vita, non si può, nè si deve, intendere altro.

Le lacune, le insufficienze del darwinismo diedero origine a due indirizzi di studi e di ricerche intesi a trasformare in guisa la teoria evolutiva da renderla accettabile. Da un canto si cercò di dare ragione dell'adattamento affermando risolutamente il primato della funzione rispetto all'organo e mettendo in luce l'efficacia che le condizioni esterne possono esercitare sulle strutture organiche. Dall'altro si cercò di determinare leggi e cause atte a dar ragione dello svolgersi di forme sempre nuove, sempre più complesse. Il neolamarckismo in tutte le sue forme e determinazioni particolari, fino alla recentissima psicobiologia, risponde alla prima esigenza, e le teorie della ortogenesi di Eimer e di Nägeli, la teoria dell'eterogenesi di Kölliker e infine la teoria delle mutazioni di De Vries rispondono alla seconda esigenza.

Le due esigenze, o direzioni di indagine, hanno entrambe un fondamento nella realtà in quanto i processi di differenziazione o di complicazione e quelli di adattamento sono profondamente diversi ed entrambi si trovano volta a volta realizzati. Lo prova tra l'altro il fatto che, quando una specie ne sostituisce un'altra o si alloga accanto ad essa, non ne consegue che essa sia necessariamente più *adattata* alle condizioni di vita che non la forma antecedente. Basta d'altronde considerare i criteri di classificazione di solito adottati per vedere che le distinzioni di specie, di generi, non sono fondate d'ordinario sul carattere adattativo delle strutture. Di esso anzi spesso si tiene il minor conto, essendo considerato come il risultato della convergenza, dell'identità della funzione, mentre il maggiore interesse è rivolto alla determinazione della « forma ». Per indicare l'origine filogenetica d'un organo non si ricerca ciò che, negli esseri posti più giù nella scala, compie la medesima funzione, ma ciò che ha un'analoga struttura o la medesima origine embriogenica. (L'origine dell'ala dell'uccello non è riposta nell'ala dell'insetto, ma nel membro anteriore del rettile).

Quando dunque si vuol oggi recare un giudizio esatto sull'evoluzione delle specie organiche, occorre vedere fino a che punto le ipotesi più recentemente formulate riescano a dar ragione dell'adattamento da una parte e della differenziazione, complicazione e perfezionamento delle forme dall'altra. Il nodo della questione evolutiva oggi sta tutto qui. Se vi è risultato positivo a cui ha messo capo tutto quel movimento di idee e d'indagini che s'è svolto dall'esame critico del darwinismo e del lamarckismo, è questo che, come l'adattamento non coincide con lo sviluppo morfologico, così le ipotesi e le teorie, intese a dar ragione dell'adattamento, non possono aver valore per l'interpretazione di ciò che vi ha di essenziale nello sviluppo morfologico.

Il credere che con un solo principio o anche con un solo ordine di principii si possa dar ragione dei varii fenomeni che presenta il mondo biologico è indizio di tendenza al semplicismo ed allo schematismo. Una interpretazione veramente valida non si può trovare che in differenti ordini di considerazioni.

Dimostrata insufficiente la selezione naturale, fondata sul concetto delle variazioni minime individuali, a dar ragione della fissazione e dello sviluppo delle variazioni utili, si fu costretti ad attribuire grande importanza all'efficienza del funzionamento sugli organi e sulle strutture. Solo che rimanevano sempre oscuri i fenomeni della trasmissione

e dello svolgimento dei caratteri acquisiti durante la vita individuale. Neanche l'ipotesi dell'eccitazione funzionale, iniziantesi negli organi finanche durante la vita embrionale, poteva soddisfare del tutto.

In ogni modo rimaneva sempre da spiegare: 1) se sempre e in tutti i casi l'adattamento s'inizi dal compimento della funzione, ovvero dall'organo (gli animali che hanno organi adatti per fuggire li hanno perchè sono fuggiti, ovvero sono fuggiti perchè si sono trovati in possesso di organi a tal uopo utilizzabili ?); 2) non era sempre chiaro come fattori quali il clima, la temperatura, l'alimentazione potessero produrre reazioni tali da avere il valore di *modificazioni di adattamento*.

Si può aggiungere che se è possibile spiegare molte variazioni per mezzo delle influenze esterne, tanto più che codeste influenze, essendo generali, producono variazioni molto estese, e per di più sono anche ereditarie, non si può dire che tale concetto elimini tutte le difficoltà. 1) Non si chiarisce come certe forme e certi caratteri seguano una direzione determinata e costante nel loro svolgimento, senza ripetizioni o ritorni. 2) Non si dà ragione della differenziazione graduale e del progresso nell'organizzazione degli esseri viventi. Certo, senza esagerare la regolarità del processo, le forme superiori sono apparse dopo le forme inferiori e l'evoluzione figura processo irreversibile. 3) Inoltre non è gettata alcuna luce sulla questione del come e del perchè la specie formi un'unità reale nel mondo organico, descrivendo un determinato ciclo. Perchè avverrebbero le crisi di mutazione in certi periodi ? Perchè ogni specie dopo che ha descritto il suo ciclo si estinguerebbe? Del resto la stessa teoria del De Vries con le sue leggi enuncia poi il fatto; ma non si può dire che lo spieghi in alcun modo: soprattutto non chiarisce il dato essenziale che nelle mutazioni alcuni caratteri divengono latenti, altri di latenti divengono attuali od altri nuovi del tutto si producono. Perchè sono gli esseri meno elevati, meno specificati che danno origine a nuovi rami ? Perchè una differenziazione molto accentuata si oppone all'apparizione di nuove variazioni col pericolo che la variabilità vada diminuendo nel mondo organico?

Non può esser nostro compito seguire ancora la teoria dell'evoluzione nelle diverse fasi da essa attraversata, da un secolo a questa parte; diremo solo che i molti progressi delle varie scienze biologiche determinarono le successive correzioni, le revisioni e le integrazioni che si svolsero nel senso di una considerazione sempre più adeguata del

fattore interno (forza intrinseca all'organismo), cioè nel senso di un riconoscimento sempre più esplicito dell'efficacia della spontaneità dell'essere vivente in confronto dell'influsso delle condizioni esterne (ambiente). L'individualità organica — di qualsiasi forma e grado — non vuol esser considerata un mero prodotto di forze agenti meccanicamente, bensì l'espressione delle proprie tendenze e dei propri interessi. D'altra parte è ammesso che le fasi del processo evolutivo non si succedono prevalentemente o esclusivamente in modo lento e continuo e graduale (per variazioni minime), ma per variazioni più o meno brusche e discontinue, o, se si vuole, per *crisi*. Azione delle forze interne esplicantisi in determinate direzioni, successione di variazioni discontinue — quasi di creazioni sempre nuove —, efficacia dell'individualità organica in confronto della pressione esercitata dalle influenze esterne, questi i tratti essenziali per cui il più recente evoluzionismo organico ci sembra che si elevi molto al disopra dell'evoluzionismo antecedente.

XXI.

L'ORIGINE DELLA VITA.

Il problema dell'origine della vita non è problema fittizio. La vita s'inizia si prolunga e cessa nel tempo, implicando processi che si svolgono appunto nel tempo. Essa non è solo qualche cosa che dura, ma trae con sè successione di mutamenti. Dire che la vita non può avere avuto principio è fare un'asserzione, che è in contradizione con tutto quello che conosciamo intorno alla vita reale ed alla sua evoluzione sulla terra. Del resto l'evoluzione della vita negli altri pianeti non può essere concepita da noi che in modo analogo a quello in cui si trova realizzata sul globo su cui abitiamo. Dire che non è possibile risolvere il problema dell'origine della vita senza aver prima risoluto l'altro circa l'origine del mondo equivale ad ammettere che l'esistenza del mondo debba implicare necessariamente l'esistenza della vita. Ora anche quando si ammetta l'eternità del mondo non è lecito per questo affermare che non si possa parlare di origine della vita. La vita è una determinazione particolare della realtà che può avere un'origine in un certo momento del tempo e in un certo sito dello spazio anche quando il mondo in generale sia ammesso come eterno. Anche in un mondo eterno possono esistere condizioni in cui nessuna forma di vita sia realizzabile e condizioni in cui essa sia realizzabile in certi punti e non realizzabile in altri, o anche condizioni in cui la vita sia realizzabile per un certo tratto e non realizzabile per un altro tratto di tempo. E non basta. Nel caso di eternità del mondo, o la vita ebbe origine un numero infinito di volte, tutte le volte che nella continua vicenda dei mutamenti si sono realizzate condizioni che la vita resero possibile, ovvero la vita nel tempo e nello spazio infinito si è continuamente trasferita da un sito all'altro. L'ipotesi dell'origine realizzantesi un numero infinito di volte e quella della trasmigrazione da un sito all'altro non si escludono, e tanto nell'un caso quanto nell'altro l'indagine intorno alle condizioni determinanti il

sorgere della vita conserva il suo valore. Ogni volta che si è realizzata la vita si sono dovute verificare certe condizioni: ora lo studio di tali condizioni coincide appunto con lo studio dell'origine della vita. Ammesso poi che la vita sia trapassata da un corpo roteante nello spazio — infinito — all'altro, l'indagine relativa all'origine della vita ha significato sia nel senso della determinazione delle condizioni, che ne resero possibile il sorgere (punto di partenza), sia nel senso della determinazione delle condizioni che ne resero possibile la trasmissione e lo svolgimento nel punto d'arrivo.

Comunque sia, vi furono e tuttora vi sono scienziati, i quali pensano appunto che la vita sul nostro pianeta sia di origine cosmica. La terra avrebbe raccolto germi provenienti da altre parti del mondo. Mentre è escluso che la vita abbia avuto origine una volta per sempre per un particolare atto creativo, è attribuito valore all'indagine circa l'origine della vita solo in quanto tale indagine si riferisce alle condizioni in cui i primi germi potettero pervenire sul nostro pianeta (e analogamente in altri pianeti).

Si ammette da tal punto di vista che la vita (senza poter dire come) si sia trovata su un certo pianeta e di là si sia propagata in altre parti; si ammette, cioè, che i germi viventi si siano allontanati dal loro punto di origine, diffondendosi negli spazi interplanetarii. Senonchè una tale ipotesi va incontro a numerose difficoltà, delle quali noi qui possiamo accennare solo ad alcune. Anzitutto in base alla conoscenza che abbiamo della distribuzione del pulviscolo nei varii strati dell'atmosfera terrestre sovrapposti gli uni agli altri, sembra esclusa la possibilità della disseminazione cui s'accenna: l'aria prelevata dagli strati superiori si rivela quasi del tutto sterile. D'altra parte non si vede per quali influssi i germi potessero esser trasferiti da un punto all'altro nelle epoche in cui avrebbe avuto luogo il trapasso. Arrhenius ed altri scienziati si riferirono alla pressione delle radiazioni luminose, ma tale congettura non è avvalorata da nessuna prova sufficiente.

Non è meno difficile ammettere che i germi (spore) abbiano conservato la virtù germinativa per tutto il tempo che essi hanno dovuto errare alla ricerca di un mondo disposto ad ospitarli. Certo le condizioni di secchezza e di temperatura estremamente bassa del vuoto possono agevolare l'entrata in una fase di vita latente, la quale poi può prolungarsi per lungo tempo, ma vi è un fatto del quale i sostenitori della migrazione dei germi non sembra che abbiano tenuto

sufficientemente conto, ed è che di là dall'atmosfera l'irraggiamento è particolarmente intenso ed è ricco di radiazioni di onde corte, le quali, come si sa, sono distruttive della materia vivente. Gli spazi interplanetari, essendo attraversati dalle radiazioni violette, si trovano così necessariamente sterilizzati.

Anche per tale rispetto, quando si tenta di uscire dalle affermazioni generali che la vita è eterna come eterno è il mondo, che la vita non può aver principio nè fine, come non può aver nè principio nè fine il mondo, ci si trova di fronte alla difficoltà insormontabile di non poter nemmeno con approssimazione indicare la maniera in cui sarebbe da concepire l'eterna vicenda della vita nel cosmo. Il concetto dell'eternità della vita, mentre si trova in contradizione coi caratteri essenziali della vita quale noi la conosciamo, non è determinabile nelle modalità in cui dovrebbe realizzarsi nell'infinito dello spazio e del tempo.

Il vero è che, in base alle conoscenze più sicure che noi possediamo intorno alle fasi che ha dovuto attraversare il sistema solare prima di raggiungere lo stato attuale (la cui formazione nessuno crede oggi fatto primitivo e originario), è da escludere l'esistenza della vita sul nostro globo per un lungo periodo della sua storia. Non solo non si riscontrano resti di vita negli strati più profondi della terra (periodo azoico), ma, date le condizioni fisiche in cui si dovette trovare la materia cosmica quando per la iniziale dispersione del calore non si era ancora determinato quel grado di differenziazione fisico-chimica, che solo rende possibile le combinazioni chimiche più complesse, si è in diritto di pensare che le forme viventi anche più semplici abbiano potuto fare la loro apparizione solo dopo che si furono determinate appunto le circostanze indispensabili alla loro esistenza.

Per poter considerare originaria la vita spesso si è condotti a cancellare ogni differenza fra organico e inorganico. Vi è stato, per esempio, qualcuno, il Preyer, che fondandosi su alcune analogie non ha esitato a paragonare il modo di comportarsi della fiamma, che assorbe ossigeno e si alimenta di carbonio, col modo di comportarsi di un qualsiasi essere vivente, che ha ugualmente bisogno d' ossigeno e di carbonio: ora il comportamento della fiamma (come di una sostanza incandescente qualsiasi) non ha niente a che fare col comportamento di un organismo. Già la fiamma non è un sistema di

parti eterogenee connesse fra loro come è l'organismo più rudimentale, e poi non dispiega nessuna di quelle forme di attività che sono caratteristiche dell'essere vivente (ritmo del ricambio materiale, capacità di reagire alle eccitazioni con movimenti determinati, funzione riproduttiva ecc.).

Da una parte non può esser cancellata la differenza tra l'organico e l'inorganico, senza che il concetto di vita perda ogni significato, e dall'altra, ammessa la distinzione fra i due, non si vede come possa essere affermata la priorità dell'organico, quando quest'ultimo presuppone necessariamente l'inorganico.

Poichè la vita non può esser ritenuta eterna, deve aver avuto principio nel corso dell'evoluzione cosmica. Come essa ha avuto origine? Le nostre osservazioni non possono riferirsi che alle condizioni di origine della vita sulla terra, sia perchè, lo sappiamo, noi non possiamo discorrere che della vita quale si trova realizzata sul globo che noi abitiamo, sia perchè è molto agevole estendere le nostre osservazioni circa le condizioni di origine della vita sulla terra anche agli altri pianeti. Solo nei limiti in cui gli altri pianeti si trovano, o si trovarono in condizioni analoghe a quelle in cui si è trovata e si trova la terra, si può parlare di vita a proposito di essi.

A chi studia la storia della terra, si rivela un fatto la cui importanza non può e non deve sfuggire ad alcuno. Nella serie di trasformazioni che la terra ha subìto, alle condizioni dei primi periodi assolutamente incompatibili con la vita organica, successero condizioni che permisero la comparsa di una vita rudimentale, e poi a mano a mano lo svolgersi sempre più rigoglioso ed esteso della vita in tutta la sua meravigliosa varietà di manifestazioni. Per tale via, mentre si ha la conferma che la vita con i suoi caratteri essenziali non è potuta esister sempre sulla terra, si ha il modo di determinare almeno approssimativamente come essa ha avuto origine. Se il passaggio dall'inorganico all'organico sul nostro globo è fatto incontestabile, è d'altra parte fatto di notevole importanza, perchè dimostra che la vita anche nelle manifestazioni più semplici è altra cosa che l'estrinsecazione delle forze materiali quali noi possiamo constatare nel mondo puramente inorganico. Prendiamo dunque in considerazione almeno alcune delle circostanze che resero possibile la comparsa della vita sulla terra.

È facile capire che la terra potè divenire abitabile a condizione

che essa possedesse un'atmosfera di composizione e densità convenienti; mancando ogni specie di inviluppo protettivo gazoso, la superficie della crosta terrestre avrebbe subìto variazioni di temperatura del tutto irregolari, e si sarebbe trovata esposta direttamente all'irraggiamento solare, ricco, come abbiamo veduto, di radiazioni di onde corte, che sono appunto radiazioni eminentemente abiotiche. È noto d'altra parte che tra l'organismo e l'atmosfera avvengono continui scambi materiali, nei quali hanno principalmente parte l'ossigeno e l'acido carbonico. Tutti gli esseri viventi respirano, vale a dire bruciano una parte delle loro riserve (grassi, idrati di carbonio ecc.) ed appunto per mezzo di tale reazione fortemente esotermica vengono a disporre dell'energia necessaria per l'esplicazione delle funzioni vitali. L'agente propriamente efficace in tale trasformazione è l'ossigeno dell'aria. La respirazione però, è bene notarlo, ha per effetto di fare scemare continuamente la quantità dell'ossigeno contenuto nell'atmosfera tanto che, se i fenomeni di ossidazione non fossero controbilanciati da reazioni di ordine antagonistico (reazione clorofillica), la vita animale specialmente ben presto diverrebbe impossibile sulla terra per la rarefazione dell'ossigeno.

Non vi può esser vita dunque senza l'esistenza dell'atmosfera costituita in una certa maniera; ora l'atmosfera solo col tempo, dopo molti e molti secoli, potette assumere l'aspetto e la costituzione in cui noi attualmente l'osserviamo. Per tutta la durata della fase stellare che si estende dal tempo in cui avvenne il distacco della terra dalla nebulosa solare fino all'epoca in cui cessò lo stato d'incandescenza, tutta la massa si trovò allo stato gazoso. Col progressivo decrescere della temperatura e coll'iniziarsi della condensazione dei vapori, la terra venne ad esser costituita da un nocciolo liquido — globo liquido — circondato da uno strato gazoso rappresentante una specie di atmosfera. Le sostanze più refrattarie del nucleo, specialmente i silicati, solidificandosi, vennero come a surnotare a guisa delle scorie in un bagno metallico. Esse poi, riunendosi e saldandosi, circondarono e chiusero il nucleo centrale in una specie di guscio solido. La crosta per l'azione dei vapori provenienti dal centro e per la progressiva contrazione del nucleo determinata dal raffreddamento subì molteplici variazioni di forma (ripiegature, avvallamenti, sprofondamenti ecc.). In ogni modo col tempo la crosta, ispessendosi, venne a fornire il sostrato materiale su cui potè svolgersi la vita.

Si richiedevano però ancora altre condizioni per lo svolgimento dei fenomeni vitali; bisognava che la temperatura si abbassasse ancora e che il vapor d'acqua si accumulasse in modo da formare gli oceani. Nè si può pensare che il suolo esistesse allora quale noi lo vediamo al presente, in guisa da poter offrire terreno favorevole alla realizzazione della vita: non vi era *humus*, nè naturalmente traccia di sostanze organiche.

Riferendoci sempre al periodo in cui non c'è ancora la vita vera e propria, ma si vanno maturando solo le condizioni della sua comparsa, non è da parlare certo della produzione spontanea di una certa forma vivente, come può essere un batterio o un altro organismo monocellulare qualsiasi: una tale forma vivente non avrebbe avuto modo di conservarsi, perchè non avrebbe avuto di che alimentarsi. In tale periodo è da ammettere che esistessero sostanze colloidali inorganiche da cui si può pensare che si andasse svolgendo non già una cellula, un micrococco o un bacillo, ma solo una molecola organica fornita in grado maggiore che non i corpi inorganici, della capacità di accumulare in sè energia chimica. Perchè potesse avvenire la trasformazione a cui si accenna, è da presumere che i colloidi inorganici fossero già in possesso della proprietà di trasformare la luce solare o un' altra forma qualsiasi di energia raggiante in energia chimica. Comunque sia, i primi composti organici semplici, con la cooperazione di altri colloidi della stessa natura o di altra natura, dovettero subire mutamenti tali da dare origine a molecole organiche sempre più complesse o anche a composti speciali di sostanze organiche e inorganiche (sostanze cristallo-colloidali), donde poi si sarebbe svolta la vera e propria sostanza vivente, cioè la sostanza suscettibile di metabolismo o ricambio materiale.

Ma tutto questo si riferisce però sempre al periodo preparatorio della vita. In ogni modo è stato necessario fare due supposizioni a tal riguardo: una riferentesi alla formazione di molecole organiche sempre più complesse da colloidi inorganici e l'altra riferentesi alla capacità di trasformare l'energia raggiante in energia chimica. La prima congettura sarebbe giustificata dal fatto che si assiste continuamente alla trasformazione di molecole colloidali, le quali vanno assumendo in determinate condizioni forme sempre più complesse; l'altra congettura sarebbe giustificata dall'azione che la luce può esercitare su determinate sostanze.

In base alle considerazioni precedenti questo si può affermare, che la vita non potette essere il risultato della combinazione fortuita di eventi. Molte condizioni ne prepararono l'avvento e molti fatti dovettero essere realizzati per la conservazione e per lo svolgimento di essa (determinate condizioni nella materia, nell'energia e nell'ambiente fisico in generale). Richiamando l'attenzione sul complesso di circostanze che si dovettero attuare perchè la vita facesse la sua apparizione nel mondo, non potevamo avere la pretesa di farla scaturire, quasi diremmo *in ictu oculi*, dal semplice concorso di tali circostanze. La vita ha avuto principio sulla terra ed ha avuto principio in determinate condizioni; questo abbiamo inteso di stabilire con la maggiore chiarezza e brevità che ci fu possibile.

La vita sulla terra ha una storia, che è possibile ricostruire nelle sue linee generali e nelle sue principali fasi, se anche l'inizio rimane avvolto nel più profondo mistero. L'ipotesi che a prima vista può sembrare più plausibile circa l'origine della vita è che il mondo organico, come quello inorganico, si sia andato svolgendo dalla nebulosa primitiva in conformità di leggi e per l'azione di forze inerenti alla materia e che il complesso delle determinazioni della realtà naturale, quali noi le osserviamo attualmente, fosse potenzialmente contenuto nella sostanza cosmica primitiva. Un' intelligenza sufficientemente elevata e penetrante sarebbe stata capace di prevedere lo stato attuale della fauna e della flora di qualsiasi paese, e di leggere nelle proprietà delle molecole della nebulosa tutta la storia avvenire. Senonchè tale ipotesi — che può sembrare da un certo punto di vista la più seducente — si trova in contradizione coi fatti più accertati dell'esperienza e con certi caratteri essenziali della vita, quali la produzione del nuovo e quindi l'imprevedibilità dei fenomeni.

La vita, come dicevamo, ha avuto certamente principio nel tempo, ma qualsiasi tentativo per determinare con precisione e rigore le modalità di tale principio è riuscito sempre vano. Questo solo si può dire, che le condizioni d'origine non sono riproducibili e che esse hanno dovuto realizzarsi una volta sola sul nostro globo. Il sorgere della vita ha potuto aver luogo per il concorso di fattori che noi possiamo anche in parte rappresentarci, ma tale concorso di fattori ha dovuto aver luogo una volta sola. Da tal punto di vista il sorgere della vita ci si presenta come una *svolta* nella storia dell'evo-

luzione cosmica. Non si tratta di una fase o di uno stadio di un processo evolutivo compientesi in una certa direzione e quindi lungo una determinata linea, ma dell'inizio di una nuova linea evolutiva e del determinarsi di una serie differente dalle altre serie preesistenti. Mentre la conservazione e lo svolgimento della vita sulla terra sono affidati al compimento di particolari funzioni (riproduzione) degli esseri viventi, l'originarsi della vita è fatto *sui generis* che sembra abbia potuto prodursi una volta sola.

Il fatto della vita presenta così un carattere di *novità* o di *originalità*, che è meritevole di ogni considerazione. La novità consiste tra l'altro nella speciale complicazione dei fenomeni, nella loro coordinazione, insomma nell'intervento di un *peculiare fattore*, su cui deve essere specialmente fermata l'attenzione.

Il mondo della vita in tal guisa ci si presenta come una sfera della realtà, che, pur implicando e presupponendo il concorso di condizioni fisico-chimiche, è assolutamente indeducibile da queste. Sarebbe del tutto vano voler leggere o cogliere i tratti della vita nella semplice considerazione dei fattori che concorsero alla sua formazione. La vita è novità, che fa la sua apparizione nel mondo, appena i tempi *sono maturi*, ecco quello che possiamo dire. Alla domanda come possa aver avuto origine la novità cui si accenna, e da che cosa propriamente sia stata determinata non si può rispondere che fondandosi sulle seguenti considerazioni. La novità è veramente tale in quanto esclude ogni forma di preesistenza negli antecedenti. Non è ammissibile che la novità sorga dal nulla, ma ciò che è veramente nuovo non ha precedenti e sorge per la prima volta. La vera e propria novità implica creazione e la creazione per definizione è il determinarsi di ciò che *per l'innanzi non era*. Il che poi non vuol dire, come dicevamo, che la novità e quindi la creazione rimanga come sospesa nel vuoto, nel qual caso essa figurerebbe qualcosa di fortuito, di accidentale onde sarebbe priva di ogni significato, ma deve voler dire che la novità si trova connessa con tutto il sistema della realtà in cui sorge. E quando si parla del sistema della realtà si deve intendere l'azione delle cause, di qualunque ordine queste siano, immediate o mediate, vicine o lontane, empiriche o trascendenti, che hanno potuto concorrere alla determinazione del fatto nuovo.

La creazione o il fatto nuovo non vuol esser concepito come la manifestazione di un volere più o meno arbitrario ed accidentale,

bensì come qualcosa che dev'essere in quanto si trova in relazione col corso dei fatti, quali si son venuti realizzando. La creazione da tal punto di vista non è in opposizione con l'evoluzione, ma evoluzione e creazione sono come due aspetti di un unico processo, che è la realizzazione di ciò che dev'essere, perchè merita di essere. L'evoluzione è creatrice in quanto è espressione della natura profonda della realtà. Il che dimostra poi che l'evoluzione può esigere *in certi casi* l'aggiunta di qualche cosa che prima non era. La vita assume il valore di fatto — l'abbiamo notato —, appena i tempi sono maturi. I tempi sono maturi quando *tutte* le condizioni — e non soltanto le condizioni fisico-chimiche per esempio — sono realizzate, e sono maturi soprattutto quando *il fattore determinativo delle peculiarità della vita* può agire.

Vi sono analogie che possono ben servire a illustrare il nostro pensiero sull'argomento (la formazione di nuove individualità organiche, le varie specie di produzione spirituale); ma noi ci conterremo di accennare ad una, che ci sembra la più significativa e in un certo senso la più concludente. Ogni genio autentico, come non è il prodotto del caso, così non è il prodotto delle condizioni o dell'ambiente in cui sorge. Il genio è una creazione; di chi o di che cosa? si può domandare. Della natura rispondono alcuni (che è come dire dell'universo); di Dio rispondono altri; ma tanto gli uni che gli altri non possono intendere, quando procurino di approfondire i loro concetti, che quello che noi abbiamo indicato con l'espressione di «sistema di tutte le condizioni produttive di esso». Il genio è la *novità che si produce nel mondo quando i tempi sono maturi*, quando è operativo tutto ciò che è necessario alla sua produzione (il che poi è una tautologia in fondo, e attinge ogni valore dalla nostra ignoranza). Gli antecedenti ereditari, le circostanze ambientali, le circostanze fisiche, culturali, storiche, sociali ecc., non possono non aver parte nella preparazione del terreno in cui sorge il genio, ma questo è un fatto nuovo, che non può essere ritenuto equivalente alla somma degli elementi che l'hanno preparato. Il genio in quanto creazione che avviene in un certo sito dello spazio o in un certo momento del tempo è qualcosa d'insostituibile e di incommensurabile ad altro. Il genio sorge quando le condizioni o gli antecedenti si trovano *combinati* e *coordinati* in guisa da poter determinare il *fatto nuovo*. Il genio è il genio, possiamo dire. E possiamo dire parimenti, *mutatis mutandis*, che la vita è la vita, e ha origine

quando tutte le condizioni lo permettono. La vita si realizza quando tutto concorre alla realizzazione di essa. Non è un prodotto degli antecedenti e delle condizioni ma è qualcosa che a tali fattori si aggiunge e si aggiunge per l'azione di determinate cause e forze, vale a dire delle forze o delle cause che sole possono dar ragione dei fenomeni constatabili nell'esperienza (manifestazioni della vita).

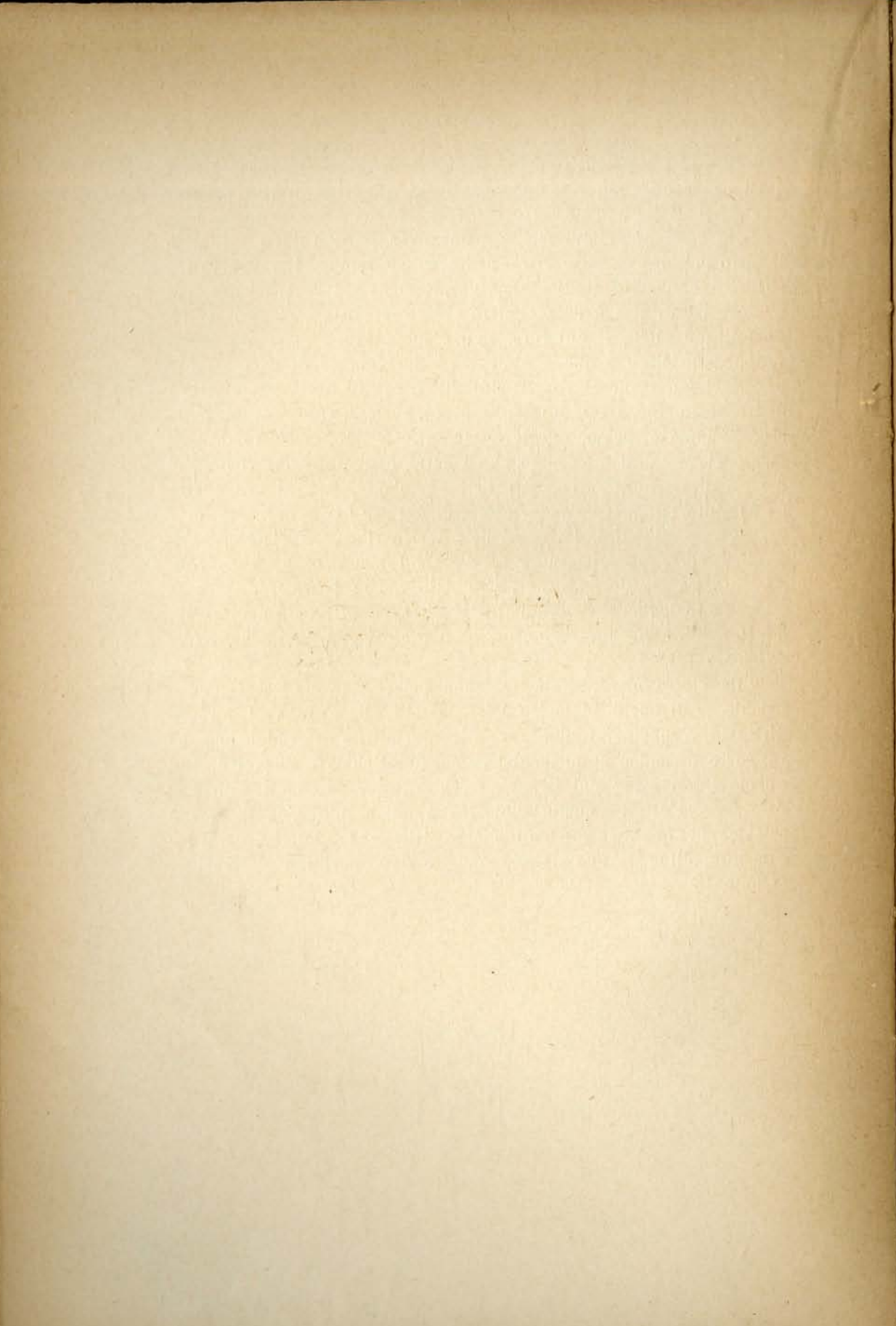
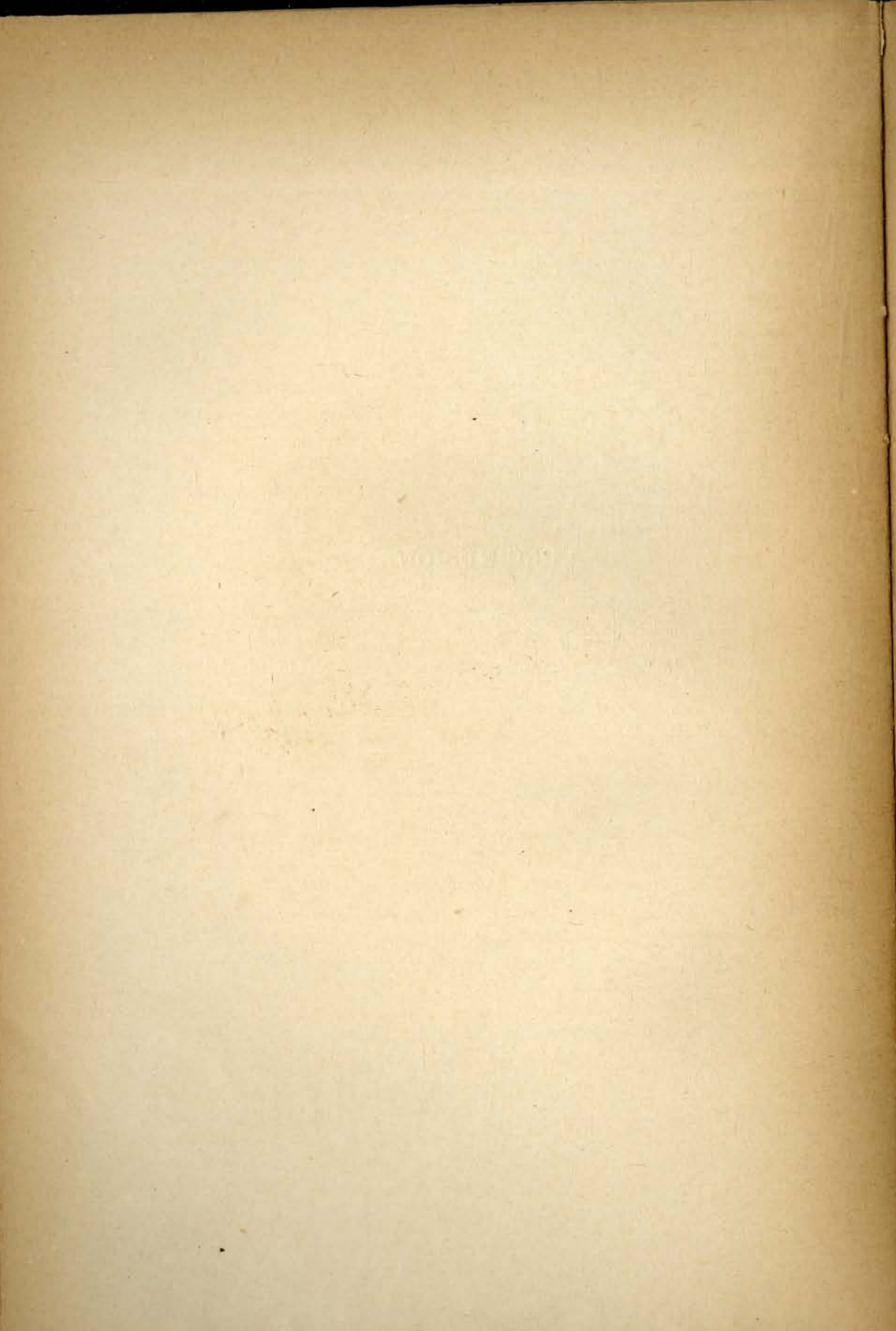
La vita come tale non è nè una sostanza, nè un attributo di una sostanza, ma una nozione astratta riferentesi ai modi di comportarsi degli esseri detti organismi. Gli organismi possono essere osservati e descritti nelle loro parti, possono esser risoluti negli elementi onde risultano, ma non si può dire che per tale via si abbia la «spiegazione della vita». La vita è nel nesso peculiare che le parti e gli elementi tiene uniti, e certamente anche di tale nesso deve essere data ragione.

Ogni organo e funzione, che concorre alla costituzione del sistema che diciamo *organismo*, implica l'azione di forze e di leggi d'ordine fisico-chimico: ma i fatti fisico-chimici in tanto rendono possibile il compimento delle funzioni vitali in quanto sono combinati e coordinati fra loro in guisa da rispondere ad esigenze, che oltrepassano il campo della fisica-chimica. Non c'è una fisica ed una chimica propria degli organismi, perchè le leggi fisico-chimiche trovano applicazione nel mondo organico come nel mondo inorganico; solo che esse non sono sufficienti a dar ragione di tutte le modalità dei fenomeni vitali. Se da un certo punto di vista sembra che i fenomeni fisico-chimici costituiscano il *prius* rispetto all'organismo, da un altro punto di vista si può ben dire che i fenomeni fisico-chimici si svolgono in conformità delle esigenze dell'organismo. Questo può esser paragonato anche ad una macchina trasformatrice di energia, solo che la trasformazione dell'energia si trova sottoposta alla regola dell'organismo. La struttura della macchina in tal caso è in parte condizionata dall'attività della macchina, se non si vuol dire che è un prodotto dell'attività stessa. C'è la vita in quanto c'è il peculiare rapporto fra l'organismo quale centro di attività e l'ambiente, e in quanto l'organismo attraverso tale rapporto contribuisce alla formazione di sè stesso. Ora *tanto il peculiare rapporto in cui l'organismo si trova con l'ambiente, quanto l'attitudine a formar sè stesso, non son deducibili da altro.*

Come si vede, quando si discute dell'origine della vita oltre che delle azioni fisico-chimiche, dev'esser tenuto conto del fattore pe-

culiare, che tali azioni combina, regola e dirige, e che insieme vale a determinare il complesso delle manifestazioni vitali in un certo momento del tempo e in un certo sito dello spazio.

Alla stessa maniera che non può aver senso ridurre ad altro il fatto psichico — fatto di coscienza — che implica il rapporto tra soggetto e oggetto (indicato dall'espressione «aver coscienza» di qualche cosa), così è da escludere che il rapporto biologico sia riducibile ad altro. E qui forse non è inopportuno osservare che il rapporto psichico e quello biologico hanno questo di comune, che entrambi implicano il riferimento di un *centro* a ciò che si trova di fronte ad esso. I termini del rapporto, come la specificazione dello stesso rapporto, possono variare, ma la *forma* di esso in fondo permane. C'è sempre un centro che mentre è distinto dal rimanente della realtà, — dal rimanente dell' «ambiente» —, di tale realtà ha assoluto bisogno per poter essere quello che dev'essere, per poter veramente realizzarsi. La relazione psichica (l'aver coscienza) si determina, come sappiamo, nelle tre direzioni, cioè nella direzione *rappresentativa*, in quella *conoscitiva* e in quella *pratica*, mentre la relazione biologica si determina nella direzione *metabolica*, in quella *adattativa*, in quella *morfogenetica* o *evolutiva*, e in quella *riproduttiva*.

Alla stessa maniera che ciascuna determinazione del rapporto psichico e di quello biologico è irreducibile alle altre, così, e quasi diremmo, a maggior ragione, sono irreducibili le determinazioni del rapporto biologico a quelle del rapporto psichico e viceversa. Sta qui la ragione per cui la vita psichica (aver coscienza) non può essere assorbita in quella biologica e quella biologica in quella psichica, per quanto siano molteplici le attinenze tra loro e per quanto esse rampollino da uno stesso tronco, e siano pertanto diramazioni di un'unità fondamentale.

CONCHIUSIONE

La filosofia di una scienza non può essere un puro duplicato della scienza, come non può essere una costruzione più o meno arbitraria, da sovrapporre alla cognizione scientifica. La filosofia in generale, vogliamo dire, non ha il compito di sovrapporsi o di sostituirsi alla cognizione per altra via ottenuta, ma può avere, almeno in un primo tempo, quello di ordinare, intorno a certi punti centrali, di organizzare i dati dell'esperienza e i risultati della cognizione scientifica, in guisa che essi possano esser considerati nella loro vera luce. La filosofia naturalmente non riesce ad eliminare tutte le difficoltà e tutti i dubbi, perchè non è in possesso di alcun mezzo particolare, atto a risolvere tutti i problemi. La filosofia è riflessione; e la riflessione può far sorgere dubbi e difficoltà, piuttosto che eliminarli sempre in modo definitivo. Essa anzi si oppone a qualsiasi veduta illusoria, per cui si crede di sapere quello che in realtà non si sa. La filosofia che procede diversamente — giova ribadire questo concetto — non può meritare il nome di scienza, perchè è sostanzialmente *logomachia*.

Comunque, la filosofia di una scienza, in quanto riflessione sopra un ordine particolare di problemi, vuol essere per dippiù esame delle nozioni implicite nella costituzione della scienza presa a considerare, o, se si vuole, esame dei fondamenti della scienza stessa. La mente nella cognizione filosofica, possiamo dire, si eleva alla consapevolezza della struttura della cognizione rivolta a una certa sfera della realtà. Noi in questo saggio di filosofia della biologia, come è chiaro, non potevamo avere altro intento.

Noi non siamo partiti da nessun assunto arbitrario circa la definizione della vita, ma abbiamo cercato di determinare il concetto dell'organismo, fermando l'attenzione sui modi di comportamento di esso, vale a dire sugli atti che esso compie nelle varie circostanze in cui si può trovare.

Due sono gli errori da evitare nella trattazione dei problemi bio-

logici da un punto di vista generale e sistematico, l'errore della pura considerazione analitica e quello dell'applicazione delle formule astratte, non aventi una base sufficiente nei dati dell'esperienza. Coll'eccessiva o esclusiva considerazione analitica, l'attenzione è rivolta alla parte o elemento singolo, trascurando il tutto. L'organismo è risoluto in frammenti, venendo a perdere il suo carattere di unità e totalità. Coll'applicazione delle formule astratte l'organismo non è riguardato nella sua realtà concreta, ma quale *modo di applicazione di una nozione generale*. Non si cerca di determinare il contenuto della vita, riferendosi agli esseri quali esistono e sono osservabili nella realtà — nello spazio e nel tempo —, bensì riferendosi a un sistema di nozioni generali (categorie). La sfera della vita non è concepita come una determinata sfera della realtà, bensì come tutta la realtà, guardata attraverso la nozione o categoria rappresentante la vita. Una tale concezione non può avere certo l'intento di chiarire il fatto della vita nel mondo, restando sempre da ricercare in che cosa propriamente tale fatto consista. Considerare la vita come una categoria in tanto può aver senso, in quanto è supposta la conoscenza della vita coi suoi peculiari caratteri (di attività, di spontaneità ecc.): ora, il fondamento e il valore di questi caratteri vogliono essere dimostrati, e non lo sono mediante l'appello alla categoria della vita. Il richiamo ai dati dell'esperienza anche da tal punto di vista è necessario; solo che un tale richiamo per esser veramente concludente deve essere richiamo all'esperienza integrale e non già ad un'esperienza parziale e quindi nel fondo falsa.

Entrambi gli errori accennati ci siamo appunto proposti di evitare in questo nostro saggio. L'organismo è unità risolubile in una molteplicità di parti; ma tali parti si trovano così articolate tra loro per mezzo di azioni reciproche da poter concorrere all'esistenza del tutto: l'organismo assume così tra l'altro il valore di un sistema più o meno esteso e complicato di reazioni chimiche riversibili reciprocamente dipendenti tra loro. L'unità è in ogni caso implicita nella molteplicità delle parti, se anche a prima vista può sembrare che la stessa unità sia un semplice risultato della cooperazione delle parti. Considerare ciascuna parte per sè è falsarla; ciascuna parte è veramente attiva per le relazioni in cui si trova colle altre parti — non solo per le relazioni simultanee, ma anche per le relazioni svolgentisi nel tempo —; ciascuna parte agisce sulle altre parti e subisce gli effetti delle azioni delle stesse parti per la rete di relazioni, in cui si

trova per così dire immersa. Il complesso di azioni reciproche cui si accenna, mentre da un certo punto di vista, come si diceva, figurano come determinative dell'unità, sono da un altro punto di vista espressioni e manifestazioni di questa stessa unità.

D'altra parte è da escludere che in nozioni e in principii generali possano esser posti la ragione e il fondamento dei fatti vitali, giacchè per tale via si ha ben la catalogazione di tali fatti, non già la spiegazione o il chiarimento di essi. L'organismo, se da un canto è unità nella molteplicità, dall'altro figura come principio di azione. In ogni modo — su questo è necessario insistere — l'essere vivente può essere determinato solo fondandosi sull'esperienza che se ne può avere, vale a dire, riferendosi alle maniere di suo comportamento in concreto nella realtà. Il primo fatto che abbiamo dovuto a tal proposito constatare è che l'essere vivente presenta tre aspetti da cui può essere e deve esser considerato; l'aspetto della spontaneità, della forma e dell'individualità, i quali insieme presi valgono bene a chiarirne la natura. L'essere vivente non è il *luogo*, in cui si svolge un complesso o una serie di fenomeni, come non è un puro *aggregato* o *somma* di attributi, ma è centro o termine comune di riferimento di una molteplicità di atti funzionali. Tale molteplicità di atti — è questo un altro fatto notevole da constatare — tendono tutti alla conservazione e alla propagazione di quella che possiamo dire *identità organica*; di quell'entità che persiste attraverso gl'incessanti mutamenti per cui passa, e che si trasmette da un punto all'altro del tempo. Le funzioni, mentre hanno tutte radice nell'unità che abbiamo detto unità centrale (individualità organica), hanno poi tutte, per termine, o la vita dell'individuo o quella della specie o anche quella di associazioni più vaste. Le funzioni, vogliamo dire, per un verso sono compiute da parti e da attività diverse dell'unica entità reale e concreta che è l'essere vivente e per l'altro sono compiute *nell'interesse* dell'essere vivente stesso o di altri esseri, che si trovano in peculiari relazioni con esso.

Il complesso fisico-chimico, che può essere conosciuto in un primo tempo solo alla luce della fisica e della chimica, assume si intende, valore diverso mediante la considerazione delle *attività vitali*.

Le attività fondamentali dell'organismo, condizionandosi a vicenda, sono inderivabili le une dalle altre e figurano come espressioni o determinazioni diverse dell'attività vitale. Esse poi, come hanno riferimento ad un centro comune che è l'organismo, così quando ven-

gono considerate nei loro varii uffici, hanno riferimento all'ambiente. Per certi rispetti e in certe circostanze si contrappongono ad esso e per altri rispetti e in altre circostanze se ne servono come di mezzo per il conseguimento dei loro scopi. Dall'ambiente è preso quello che è necessario e conveniente in certe condizioni della vita e allontanato o respinto quello che è ritenuto non conveniente. Nella parola ambiente dev'essere compreso non solo il mezzo fisico esterno (aria, luce, temperatura, sostanze chimiche ecc.), ma anche quello che è detto mezzo interno (sangue) che vuol esser mantenuto in costante equilibrio nella sua composizione. Si può dire a tal proposito che le attività vitali, mentre concorrono a determinarne la composizione nel modo più adeguato, possono avere anche per effetto di alterarlo transitoriamente, s'intende col loro funzionamento, al che è necessario ovviare. Tale mezzo, come è noto, presenta poi caratteri diversi in corrispondenza delle due fasi dell'attività metabolica, fase assimilativa e fase dissimilativa.

Poichè la vita non rappresenta, per così dire, un dono che, una volta ricevuto, rimane immutato, ma ci si presenta piuttosto come qualcosa che più o meno faticosamente è acquistato o costruito, e che poi, una volta realizzato, ha bisogno di essere con fatica non minore custodito e preservato, si capisce come le attività vitali siano rivolte sostanzialmente a tali uffici, a quello di rendere possibile il possesso o l'acquisto della vita e a quello di assicurare le condizioni di conservazione di essa.

L'essere vivente acquista una determinata forma sempre dopo un processo che può essere più o meno lungo, più o meno complicato. Il processo più semplice è quello del puro accrescimento, mentre quello più complesso si ha nel così detto sviluppo ontogenetico. Tale attività fondamentale dell'organismo (attività costruttiva di sè stesso) si continua poi per tutta la vita, presentando gradi diversi. Si può avere la sostituzione di elementi nuovi a quelli già consumati o logorati dall'uso (funzionale), e si può avere la rigenerazione nel caso di perdita o alterazione di parti dell'organismo.

L'attività metabolica comprende i varii processi tendenti a mantenere la così detta «identità organica». Tutte le strutture e i processi svolgentisi nell'organismo mirano d'ordinario ad assicurare il corso costante dei fatti vitali attraverso le continue vicende, cui sottostanno, e attraverso il continuo ricambio di materia tra l'organismo e l'ambiente. Il fatto anzi è stato da taluno con un'espressione figurata

designato « memoria organica », per cui l'essere vivente verrebbe come a conservare costante il ricordo della propria struttura e della propria attività, trasmettendolo anche da generazione a generazione in una maniera che non ha riscontro nel mondo inorganico. Importa però notare che tale identità non è identità puramente fisica, non è identità di forma e neanche identità di composizione chimica, ma è qualche cosa che, oltrepassando i dati sensibili, attraverso questi stessi dati si vien realizzando. L'identità in quanto tale non si presenta come una determinazione percettibile, ma acquista valore e consistenza nelle diverse maniere di comportamento dell'essere vivente, sulle quali poi possono agire insieme la composizione chimico-fisica, la struttura morfologica ecc.

Una peculiare attività è quella adattativa per cui a certe eccitazioni provenienti dall'esterno, ovvero da particolari siti dell'organismo, si reagisce con atti e movimenti, tendenti a ristabilire l'equilibrio turbato dagli eccitamenti iniziali. Una tale attività presenta certo molte affinità con quella che abbiamo detto conservativa dell'entità organica, ma se ne distingue per il procedimento peculiare che in tal caso è seguìto, per il mantenimento dell'identità, e poi perchè accanto alle forme di reazione puramente adattativa vi sono forme di reazione innovatrice. La rispondenza tra eccitazione e reazione può presentarsi sotto forme diverse e la sproporzione tra l'una e l'altra può esser differente per qualità e per valore nei singoli casi. Si ha rinnovamento dell'organismo non solo per mezzo dell'attività costruttiva nel senso che abbiamo accennato, ma anche per mezzo dell'attività adattativa, almeno in una delle sue forme.

Tra le attività fondamentali dell'organismo è compresa naturalmente l'attività riproduttiva per cui ogni organismo si genera da altro organismo. Anche essa in fondo è in un certo senso conservativa dell'identità organica; solo che questa si riferisce alla specie e non semplicemente all'individuo. È attività fondamentale in quanto ha origine in un peculiare e irreducibile impulso, se anche si può trovar connessa con l'attività evolutiva-morfogenetica e con quella adattativa nelle molteplici variazioni a cui può sottostare.

Vi è un'attività fondamentale su cui importa richiamare particolarmente l'attenzione e che d'altra parte richiede un più lungo discorso per la speciale importanza che ha nelle diverse forme della vita organica; e questa è l'attività impulsivo-regolativa. Essa può

esser presa in un doppio senso, in un senso lato e in un senso più ristretto: in senso lato si presenta come concomitante a tutte le altre forme di attività, e in senso stretto assume il valore di attività specifica-differenziata.

L'essere vivente, dicevamo, in tanto esiste in quanto è capace di dispiegare le attività del metabolismo, dello sviluppo morfogenetico, dell'adattamento e della riproduzione. Ora ciascuna di tali attività esige un sostrato fisico-chimico, o, diciamo meglio, implica certe condizioni d'ordine fisico-chimico, ma perchè il sostrato o le condizioni fisico-chimiche acquistino veramente valore, e siano utilizzabili, è necessario ammettere una determinazione specifica originaria che agisce sotto la forma d'impulso o di sforzo (*nisus*), il quale poi persiste fino a che non è raggiunto il termine del processo (*immanenza del termine nel principio*). Si capisce come lo svolgimento di tutta una serie particolare di fenomeni secondo una determinata regola sia possibile solo a questa condizione.

Poichè la persistenza dell'impulso iniziale e l'evoluzione seriale dei fenomeni per una necessità interiore, sotto una determinata regola, sono fatti che si riscontrano nelle diverse attività fondamentali dell'organismo, è da ammettere in tutte il concorso dell'attività impulsivo-regolativa nel senso indicato. Così ad esempio, l'attività metabolica si esplica per il determinarsi e per il succedersi di certi fenomeni fisico-chimici: ma tali fenomeni si svolgono in una certa maniera, ed hanno il punto di partenza in un impulso specifico iniziale, come hanno il loro termine in uno stato particolare dell'organismo: l'inizio, il decorso, e il termine del processo rispondono rispettivamente al determinarsi di un bisogno o di un'esigenza, all'uso dei mezzi atti a soddisfarlo e al consecutivo dileguarsi del bisogno nell'essere vivente. E, si noti, la costituzione di un certo organismo vale sempre a dare un'impronta particolare a tutto il processo, come d'altra parte ne rappresenta l'indispensabile supposto. Ciascuna attività si riferisce necessariamente all'organismo e alle condizioni in cui esso può vivere; ciascuna attività è nell'organismo e per l'organismo, e non può non dispiegarsi in conformità delle esigenze di esso.

Le osservazioni fatte circa l'attività metabolica si possono bene estendere alle altre attività fondamentali dell'essere vivente. Ciascuna, come è facile capire, implica la cooperazione di uno speciale complesso fisico-chimico, ma ciascuna esige del pari il dispiegamento dell'attività impulsivo-regolativa, nel modo e nella misura che sono

richiesti dal caso. Ciascuna attività ha un proprio carattere specifico, ha un impulso iniziale, e vale a determinare lo svolgimento dei fenomeni secondo una certa regola per il conseguimento del fine che ad essa è immanente.

E poichè il dispiegamento delle attività dell'organismo è in rapporto colle esigenze della vita di esso, si capisce come dal momento che i bisogni o le esigenze tacciono, il dispiegamento delle attività non può non subire una sosta o anche arrestarsi. Ed ecco che il dispiegamento finisce per avere un andamento, per così dire, ciclico. E il ciclo può o no ripetersi secondo la natura dell'attività presa a considerare.

L'attività impulsivo-regolativa, quale noi l'abbiamo finora delineata, è, per così dire, *diffusa* (indifferenziata) in tutte le forme viventi dalle più semplici alle più complesse, perchè, come già notammo, essa figura un aspetto o momento delle funzioni dell'organismo. Essa però assurge ad un significato peculiare col progresso dell'organizzazione, progresso che sappiamo si attua appunto mediante i processi di specificazione, di differenziazione e di divisione del lavoro nel senso strutturale e funzionale. A misura che si vien determinando una forma di organizzazione più complicata ed elevata, sorge la necessità di un *influsso* più perfetto e differenziato e di un mezzo di coordinazione più efficace che dia sufficiente garanzia per il conseguimento dello scopo finale che è l'assicurare condizioni di esistenza prospera e rigogliosa.

A tal uopo l'essere vivente giunge alla creazione di un organo *differenziato* per il dispiegamento dell'attività impulsivo-regolativa. Tale organo è appunto il sistema nervoso nelle sue diverse forme e gradi di organizzazione e di complessità. Il sistema nervoso figura come l'organo, a cui è affidata la suprema direzione e regolazione delle diverse attività vitali. Se da una parte esso — questo importa notare — è uno tra gli organi che compongono l'essere vivente, e per tale rispetto ha funzioni proprie, come l'ha ciascuno altro organo ed apparecchio, dall'altra è il regolatore supremo delle diverse funzioni, onde sembra occupare un posto speciale rispetto a tutte le altre parti dell'organismo. È l'organo, onde hanno origine gl'influssi (eccitamenti) in qualunque senso tali influssi agiscano.

Comunque, se il sistema nervoso da un certo punto di vista e per alcuni rispetti è il regolatore supremo delle funzioni dell'organismo,

per un altro verso ha bisogno esso stesso di esser regolato (sono note le azioni reciproche, che intercedono tra sistema nervoso e gli altri apparecchi dell'organismo). Esso d'altra parte in tanto può funzionare in quanto subisce l'azione di particolari stimoli, che differiscono notevolmente tra loro e spesso sono in rapporto con le forme di attività (funzioni), che hanno l'ufficio di provocare.

Il meccanismo nervoso, come gli altri meccanismi vitali (meccanismo respiratorio, meccanismo ormonico ecc.), non presenta alcuna costanza e assoluta uniformità di azione, non figura *montato* una volta per sempre — come accade appunto delle macchine costruite dall'uomo per intenti pratici —, ma presenta un'adattabilità e quasi un grado di variabilità e pieghevolezza che, senza oltrepassar mai certi limiti, può rispondere alle esigenze e agli interessi dell'organismo, anzi di un certo organismo in determinate circostanze.

La cosa deve apparire evidente, quando si pensi che l'organo nervoso è bensì in relazione (statica e dinamica) con le varie parti e funzioni dell'organismo, ma si trova per dippiù in una specialissima relazione con l'attività psichica, di cui figura anzi l'organo specifico. Ora da un complesso di considerazioni — che noi abbiamo fatto a suo luogo — risulta che allo stesso modo che è da escludere che l'azione psichica nelle sue varie determinazioni sia una *produzione* del sistema nervoso, così è da escludere che la funzione nervosa abbia una priorità vera rispetto a quella psichica. La struttura e il funzionamento nervoso da un canto si presentano in stretta connessione con l'attività psichica, e dall'altro divengono intelligibili solo quando siano riguardati manifestazioni o espressioni *di una fase* della stessa attività psichica. Se non ha e non può aver senso attribuire all'organo nervoso il valore di antecedente causale del fatto psichico, come è ordinariamente inteso, s'impone sempre la necessità di considerare il meccanismo nervoso come *foggiato* per il dispiegamento di una certa forma d'attività psichica: e foggiato da che cosa ? dalla stessa attività psichica quando questa sia considerata in una forma e ad una fase differente.

Quello che diciamo non è il prodotto di vana speculazione e quindi non può esser ritenuto assunto arbitrario, ma risulta dalla riflessione sui dati genuini dell'esperienza. Tanto la psichicità nella forma di coscienza (riferimento del soggetto all'oggetto e considerazione in particolari maniere dell'oggetto da parte del soggetto) quanto l'organizzazione nervosa si trovano condizionate dal fatto della vita.

Ora se vi ha fatto messo bene in chiaro dalle nostre indagini è questo, che la vita diviene intelligibile solo se è messa in connessione (razionale) con determinazioni di ordine essenzialmente psichico. La vita, in qualunque forma sia considerata, si risolve in un complesso di tendenze (disposizioni) o di processi, a cui è immanente il fine che è la realizzazione della vita stessa. L'attività metabolica, l'attività evolutiva morfogenetica, l'attività adattativa, l'attività riproduttiva rispondono appunto all'esigenza del mantenimento dell'*identità organica* dell'individuo e della specie e quindi al bisogno di giungere per diverse vie al conseguimento di un'identità sempre più estesa e determinata. Le diverse attività fondamentali esprimono appunto i mezzi per cui il risultato può essere ottenuto.

La nozione stessa d'identità organica, come già vedemmo, non esprime un fatto di natura puramente fisica, ma ha contenuto essenzialmente psichico, perchè corrisponde in fondo allo sforzo dell'individuo di raggiungere e di conservare la propria realtà, custodendola, difendendola ed estendendola più che è possibile. L'adattamento in tanto può aver significato nel campo della biologia, in quanto *implica reazione* (o *atteggiamento*) di un soggetto ad impressioni provenienti dall'esterno: ma, si noti, gli elementi onde risulta l'adattamento e soprattutto la loro sintesi non possono avere che significato psichico.

L'attività evolutivo-morfogenetica e l'attività riproduttiva rispondono anch'esse a tendenze rivolte a conseguire ciò che non si ha ancora (rivolte al futuro), e quindi non possono esser concepite che come determinazioni di natura psichica se anche i mezzi messi in opera per il raggiungimento del risultato, figurano processi in gran parte d'ordine fisico.

Del resto i varii aspetti da cui l'essere vivente può e deve esser considerato (spontaneità, configurazione, struttura o forma e individualità) hanno anch'essi in fondo contenuto psichico: la spontaneità è un'altra parola per indicare l'autonomia o l'esser principio di azione; la struttura o la forma esprime tra l'altro il complesso delle tendenze e delle esigenze, costitutive del soggetto, l'individualità esprime il riferimento delle impressioni e delle reazioni ad un centro comune. Ma ci sembra inutile insistere ancora dopo tutte le discussioni antecedentemente fatte.

Giunti a questo punto, quel che importa osservare è che la psiche, dopo che ha compiuto una delle sue funzioni primarie, qual'è quella

della costruzione della « macchina organica », e dopo aver foggiato il suo proprio organo (sistema nervoso), è in grado, servendosi di questo mezzo, di innalzarsi a forme più elevate, e di assumere poi uffici del più alto significato. Si determinano così le condizioni per la distinzione, come d'ordinario è fatta, tra *anima* e *corpo*, vale a dire tra due entità pressochè contrapposte tra loro. Il corpo è concepito come composto esclusivamente di sostanze simili o identiche a quelle onde risulta la realtà detta *fisica* e l'anima è concepita come sostanza di ordine del tutto differente (*sostanza spirituale*). Anima e corpo figurano da tal punto di vista come due entità, che, pur non avendo pressochè niente di comune fra loro, si trovano congiunte. E quel che importa notare è che una tale congiunzione, che si traduce in un vero dualismo, provoca talora antagonismi e lotte sulla cui asprezza non importa insistere. La forma di realtà più elevata (l'anima) dal momento che ha acquistato consistenza e valore spiega gran parte della sua efficacia non solo nel dirigere e dominare il corpo, ma qualche volta nel sopraffarlo, quando poi il corpo (l'organismo) nel fondo rappresenta condizione o mezzo per la sua elevazione attuale e per la conservazione di essa, e d'altra parte vi sono casi in cui il corpo giunge quasi a soggiogare l'anima. Il fatto è che anche tenendo presente l'alto valore delle funzioni dell'anima rispetto a quelle del corpo, non si deve mai dimenticare la natura del rapporto esistente tra le due entità, nè l'ufficio proprio dell'una entità rispetto all'altra.

Comunque sia, è certo che le due entità, anima e corpo (organismo), si presentano così connesse tra loro da poter concorrere spesso al conseguimento di un unico risultato, da poter cooperare al compimento di un'unica funzione, se pure per molti rispetti figurano entità contrapposte tra loro. È innegabile in base alla più comune esperienza che anima e corpo s'influenzano a vicenda (per azione reciproca, o collo svolgersi parallelamente): basta pensare alle relazioni tra emozione ed espressione, tra pensiero e gesto, tra significato e mezzo di significazione e soprattutto alla relazione tra contenuto rappresentativo sensoriale e organo sensoriale, o tra modalità sensoriale e modalità del funzionamento degli organi, per convincersi della corrispondenza esistente tra fatti psichici e fatti fisiologici. Ora tale corrispondenza vuol esser chiarita, e non può esser chiarita che ammettendo l'intima compenetrazione (non identità) per certi rispetti e sotto certe condizioni dell'anima col corpo.

È naturale che una tale compenetrazione implichi una concezione

dell'anima e del corpo del tutto differente da quella ordinariamente ammessa; l'anima non vuol essere identificata con l'anima pensante e il corpo col semplice complesso di materia bruta o inorganica. La relazione di opposizione e di irreducibilità è tra *fise* e *psiche*, non già tra anima e corpo. Il corpo (l'organismo) implica bensì un elemento o fattore materiale, ma non è risolubile in questo *sic et simpliciter*, perchè implica anche l'azione di un fattore che non è materiale. L'anima d'altra parte non può esser concepita come fornita esclusivamente dell'attitudine a pensare (*cogitatio*), ma vuol esser concepita invece come fornita dell'attitudine che potremmo dire vivificatrice. Il corpo non è solamente un aggregato di sostanze materiali, ma in quanto organismo, è possiamo dire *informato* da un elemento o fattore psichico: e l'anima, oltre ad essere principio di pensiero (*principium cogitationis*), è anche principio di vita (*principium vitae*).[1]

***

Il contenuto del volume che è presentato al pubblico è racchiuso nelle seguenti formule:

La Psiche (presa in senso largo) è il principio della Vita in tutte le sue manifestazioni e determinazioni. La Vita è la condizione per il più completo e più perfetto svolgimento della Psiche. La Materia è il limite (o il termine) dell'azione della Psiche. La Psiche in certe condizioni esige la materia quasi come *punto di appoggio* e come *mezzo* per il suo dispiegamento.

---

[1] Può essere opportuno citare qui quello che scrisse il GIOBERTI nella sua *Protologia* (vol. II, saggio IV, pag. 69). «L'anima è il principio vitale. Ma non intendo già qui per anima lo spirito in quanto soggiace alla coscienza: intendo lo spirito in quanto è una forza attiva reggitrice del corpo e dotata di facoltà diverse, molte delle quali non soggiacciono alla coscienza. Le prove della tesi sono gagliarde, le obbiezioni sono negative e non concludono. Non abbiamo coscienza delle operazioni vitali. Ma non abbiamo coscienza di molte operazioni intellettive e sensitive. Esempio: le creazioni dell'ingegno sono da noi lavorate a nostro insciente; le conosciamo quando son fatte. Ora l'induzione ci sforza a credere che le scoperte e invenzioni siano precedute da un lavoro lento, di cui non abbiamo il sentimento. Niuno nega che l'istinto venga dall'anima, poichè fatta l'opera istintiva, la conosciamo per nostra: tuttavia l'istinto è un'azione teleologica in cui non abbiamo coscienza. Ora le azioni vitali si spiegano del pari coll'istinto. Ma anche dopo fatte non ce le attribuiamo. Non ci attribuiamo nemmeno le azioni sensitive dell'infanzia, di cui abbiamo perduta o non abbiamo avuta la memoria, benchè certo siano nostre».

L'obbiezione che di solito si formula circa l'impossibilità di ammettere una relazione di azione reciproca tra Psiche e Fise (Materia) poggia su due assunti del tutto arbitrari. È assunto arbitrario che l'azione possa dispiegarsi esclusivamente fra enti e fatti omogenei; ed è assunto parimenti arbitrario la tesi che un'azione tra Psiche e Fise implicherebbe violazione della legge di conservazione dell'energia. Tale legge non è un assioma, ma un postulato che attinge il suo valore dai fatti che si presume possa spiegare (oggi anche nel campo della fisica — e propriamente nella fisica nucleare atomica — non è ammessa la validità assoluta della legge di conservazione dell'energia). Perchè l'azione tra Psiche e Fise potesse implicare violazione del principio (postulato) della conservazione dell'energia, bisognerebbe supporre che tutta la realtà costituisca un sistema chiuso per cui la quantità di energia (fisica) in esso contenuta rimanga costante, con esclusione di qualsiasi variazione proveniente da un'azione non fisica (da un'azione psichica, per esempio); solo che ciò equivale a supporre dimostrato ciò che si tratta di dimostrare: *petitio principii* dunque. L'obbiezione accennata circa l'impossibilità di ammettere una qualsiasi azione tra Psiche e Fise pertanto non ha alcun valore, perchè del tutto destituita di base.[1]

Non ultra: qui è necessario fermarsi.... Ἀνάγκη στῆναι.

---

[1] Per una discussione esauriente intorno ai rapporti tra anima e corpo in generale si possono con frutto consultare, tra le molte altre, l'opera del Busse, *Geist und Körper, Seele und Leib*, Leipzig, 1903 e quella del McDougall, *Body and Mind*, New York, Macmillann, 1912. Il problema dal nostro punto di vista è molto più ampio, perchè non è limitato al rapporto tra anima e corpo (organismo), quali sono ammessi nell'uomo, ma si estende al rapporto tra *psiche* (ovunque questa si trovi e spieghi la sua azione) e la *materia* (in quanto *limite* e *termine* dell'azione della *psiche*).

INDICE.